المجلس الأعلى للثقافة

المشروع القومي للترجمة

الإنسانيون الجدد

العلم عند الحافة



991

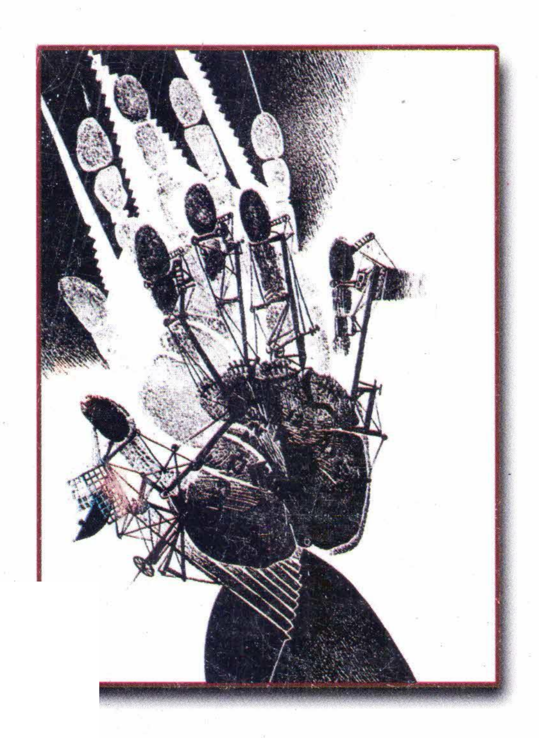
تحرير : جون بروكمان

ترجمة : مصطفى إبراهيم فهمى





كتاب "الإنسانيون الجدد" بانوراما واسعة تستعرض دور الثقافة عموما والثقافة العلمية بوجه خاص فى دفع الحركة والتقدم والحيوية فى مجتمع القرن الحادى والعشرين، وهو قرن يأتى مع أوج تسارع الأبحاث العلمية وتطبيقاتها التكنولوجية المختلفة بحيث أضفى وصف الثورة على أكثر من مجال علمى، فهناك ثورة البيوتكنولوجيا، والتكنولوجيا وثورة المعلومات والاتصال، كما تضاعفت بسرعة رهيبة أبحاث الذكاء الاصطناعى والكونيات والفضاء... إلخ، وكل هذا له تأثير هائل فى المجتمع ماديا وثقافيا؛ بما يتطلب تفكيرا ثقافيا جديدا ومتجددا.



اللوحة إهداء الفنان: أحمد نوار / الغلاف: هند سمير

المشروع القومى للترجمة

الإنسانيون الجدد

العلم عند الحافة

تحرير

جون بروكمان

ترجمة

مصطفى إبراهيم فهمى



٢٠٠٥

المشروع القومى للترجمة
إشراف: جابر عصفور

- العدد: ٩٩١
- الإنسانيون الجدد (العلم عند الحافة)
- جون بروكمان
- مصطفى إبراهيم فهمى
- الطبعة الأولى ٢٠٠٥

هذه ترجمة كتاب:
The New Humanists:
Science at the edge
Edited by : John Brockman

شارع الجبلاية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت: ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس: ٧٣٥٨٠٨٤
EL Gabalaya st. Opera House, El Gezira, Cairo
TEL: 7352396 Fax: 7358084

تهدف إصدارات المشروع القومى للترجمة إلى تقديم مختلف الاتجاهات والمذاهب الفكرية للقارئ العربى وتعريفه بها ، والأفكار التى تتضمنها هى اجتهادات أصحابها فى ثقافاتهم ولا تعبر بالضرورة عن رأى المجلس الأعلى للثقافة.

المحتويات

تقديم المترجم

كتاب "الإنسانيون الجدد" بانوراما واسعة تستعرض دور الثقافة عموما والثقافة العلمية بوجه خاص فى دفع الحركة والتقدم والحيوية فى مجتمع القرن الحادى والعشرين، وهو قرن يأتى مع أوج تسارع الأبحاث العلمية وتطبيقاتها التكنولوجية المختلفة بحيث أضفى وصف الثورة على أكثر من مجال علمى، فهناك ثورة البيوتكنولوجيا، والنانوتكنولوجيا وثورة المعلومات والاتصال، كما تضاعفت بسرعة رهيبة أبحاث الذكاء الاصطناعى والكونيات والفضاء... إلخ، وكل هذا له تأثير هائل فى المجتمع ماديا وثقافيا؛ بما يتطلب تفكيرا ثقافيا جديدا ومتجددا.

فى منتصف القرن الماضى كتب سى. بى. سنو مقالا وكتابا شهيرين عن وجود ثقافتين وليس ثقافة واحدة، فهناك ثقافة المشتغلين بالفنون والآداب والإنسانيات عموما، فى مقابل ثقافة المشتغلين بالعلوم الطبيعية مثل الكيمياء والفيزياء والبيولوجيا والرياضيات. وتحدث سنو عما يوجد من انفصام بين الثقافتين حيث نادرا ما يكون لأحد أعضاء المعسكرين أى معلومات أو دراية كافية بما يجرى فى المعسكر الآخر من أبحاث ونظريات. كان فيما كتبه سنو عن الثقافتين صيحة إنذار وعلامة طريق تلاها اهتمام كلا الجانبين بثقافة الآخر. وليس المقصود هنا أن يتأهل العلماء للاشتغال بالفن أو يتأهل الأدباء والفنانون للاشتغال بالعلم، وإنما المقصود أن ينال أفراد كل جانب قسطا من المعلومات عن الآخر تجعله ملما بما يجرى من أبحاث وتفكير فى المعسكر الآخر بحيث تكون لديه القدرة على إبداء الرأى فيها وتقييمها ونقدها. هكذا أخذ يسود اتفاق عام على العمل على التقريب بين الثقافتين العلمية والفنية أو الأدبية، وظهر مفكرون فى كلا الفريقين يدعون لما يسمى بالثقافة الثالثة.

علماء العلوم الطبيعية فى الثقافة الثالثة لهم دور رئيسى فى تطوير الفكر الحديث عامة، وهم يبدعون بأبحاثهم وكتاباتهم الجماهيرية ثقافة أشمل من أن تسمى

علمية فقط أو أدبية فقط. ودورهم هذا يشمل أن يشركوا فى هذه الثقافة الجمهور غير المتخصص عن طريق الكتب الجماهيرية ووسائل الإعلام المختلفة حتى ينال هذا الجمهور القدر الكافى من الثقافة العلمية التى تؤهله لأن يفكر بمنهج علمى ويستطيع تفهم المشاكل العامة لتطبيقات العلم وتكنولوجياته التى تؤثر فى أفراد المجتمع كله. وإذا كان هذا هو دور العلماء فإنه قد ظهرت فى الوقت نفسه دلائل قوية على أن الكثيرين من المشتغلين بالإنسانيات والثقافة الأدبية أخذوا يتبعون فى تفكيرهم منهجا يماثل المنهج العلمى وأخذوا يؤمنون بأن مهمتهم هى فهم العالم وتفسيره فى اتساق مع الحقائق العلمية. وهكذا ظهرت حديثا نزعة لمذهب إنسانى شامل يشبه المذهب الإنسانى الذى كان سائدا فى أوائل عصر النهضة الأوروبى عندما كان للمثقفين عموما منظور ثقافى موسوعى، وكان هناك عباقرة، مثل دافنشى ومايكل أنجلو، لهم إسهاماتهم الفنية والعلمية معا. وظهر مؤخرا مفكرون علميون وأدبيون لديهم وعى ثقافى كلى، هم الإنسانيون الجدد الذين يشكلون الإبداع الفكرى والثقافى الحديث بمنظور ثقافى شامل يتجاوز منظور المثقف التقليدى فى آخر النصف الأول من القرن العشرين.

على أن الكتاب أيضا يتناول ما ظهر مؤخرا من بعض علامات لردود فعل ضد التفكير العلمى، وبوادر من نزعة لاعقلانية ظلامية فى المجتمع تطال حتى بعض أصحاب السلطة ممن يقودون دولا كبرى. كما ظهرت بعض جماعات أكاديمية تعمل على تهميش العلماء والمنهج العلمى، وبدلا من أن تعمل الدراسات المعرفية على توحيد العلم والتكنولوجيا مع الأدب والفن أخذ بعض الأكاديميين من منظرى الإنسانيات ينظرون إلى العلم والتكنولوجيا كنوع خاص من مجرد نتاج تكنيكى. وتواكب مع ذلك ظهور مذاهب غريبة من بنيوية وتفكيكية ومذاهب ما بعد الحداثة عموما، مع غلبة لاتجاه تشاؤمى فيها، فى حين أن العلم الحقيقى يقود فى مقابل ذلك اتجاها للتفاؤل والتقدم المستمرين. بل وظهرت أيضا نزعات تمجد أشباه علوم زائفة وما يكاد يكون ثقافة خرافة كالطب البديل والمثيل والروحانى، ويحدث هذا كله على الرغم من أن منهج العلم الحقيقى هو المحور الرئيسى للحضارة الحديثة المؤسسة على المعرفة.

يركز هذا الكتاب على دور الإنسانيين الجدد فى مقاومة هذه النزعات اللاعلمية كلها، وأن يعملوا على إعادة تعريف وبناء إنسان القرن الحادى والعشرين حسب أحدث ما توصل له الفكر العلمى المعاصر، خاصة مع ما يوجد الآن من تشابك وتداخل للمناهج البينية لشتى جوانب المعرفة.

الكتاب فى شكل مقالات كتبها ما يزيد عن عشرين من كبار المفكرين المعاصرين سواء فى العلوم الطبيعية أو الإنسانية. وقد أشرف على تحريره جون بروكمان الكاتب العلمى الذى ألف ما يزيد عن عشرين كتابا فى الثقافة العلمية، صنف العديد منها فى قائمة أحسن الكتب مبيعا. وهو صاحب موقع على ويب اسمه "الحرف" يعد بمثابة منتدى فكرى للحوار والنقاش بين كبار العلماء والمفكرين أحدهم مع الآخر وكذلك مع الجمهور.

والكتاب فى ثلاثة أقسام رئيسية. القسم الأول اسمه "الهوموسابينز" أو الاسم العلمى لنوع الإنسان الحالى أى "الإنسان العاقل". وكمثل لبعض ما ورد فى هذا القسم هناك محاولة للإجابة عن أسئلة تدور حول تعريف الإنسان الحديث، والنظريات الحديثة عن آليات التفكير فى مخ الإنسان ومخ الحيوان والعلاقة بينهما. كما أن هناك تناول للتساؤل عما إذا كان الإنسان يعد حاليا نوعا من السيبورج الطبيعى فيه توليف بين نشاط المخ البيولوجى مع التكنولوجيات ووسائل المعلومات التى يتفاعل الإنسان معها فى بيئته. وهناك أيضا فى هذا القسم تفسيرات حديثة وطريفة لتاريخ الإنسان وأسباب تباين البشر فى القارات المختلفة رغم وحدة أصولهم، ولماذا مثلا حدث أن غزا الاستعمار الغربى أفريقيا السوداء ولم يحدث أن وصلت أفريقيا السوداء إلى غزو الغرب.

يرد فى القسم الثانى من الكتاب استشراف لما يحتمل من ظهور كائنات من نوع جديد من الأحياء البشرية فيها بعض ميكنة، وهو نوع سيسمى باسم "ماكينا سابينز"، وهو الاسم الذى عنون به هذا القسم. وتتناول مقالاته العلاقة بين ذكاء الإنسان وذكاء الآلة من أكثر من ناحية جديدة. من ذلك مثلا أن بدأت تظهر نظرية للحوسبة تعتمد على نظرية الكم؛ أى حوسبة كمومية، وسيؤدى تطبيقها إلى توسيع

هائل فى قدرات الكمبيوتر، وبالتالى فى قدرات الإنسان. ومن المأمول أيضا أن تؤدى أبحاث جديدة إلى زيادة وتحسين قدرة برمجيات الكمبيوتر حتى تلاحق ما يحدث من تزايد سريع فى قدرة عتاده. وبوجه عام فإن هذه التطورات الحديثة كلها تتطلب أن يقوم العلم بدوره فى أن يعجل ويتحكم فى الاندماج التدريجى بين ميكانزمات ذكاء الإنسان وميكانزمات ذكاء الآلة. وستكون نتيجة هذا كله أن يتغير إحساسنا بطبيعة الواقع كنتيجة لتغير فهمنا للفيزياء، حيث لن يقتصر هذا الفهم على استيعاب نظريات الفيزياء وإنما يمتد لما هو أشمل فيستوعب ما يوجد فى هذه النظريات من تضمينات معرفية وميتافيزيقية. وهناك الآن ما يكاد يكون تداخلا بين الفيزيقا والميتافيزيقا.

أما القسم الثالث من الكتاب فيتناول أحدث نظريات علم الكون التى تحاول معالجة نواحى القصور فى النظرية الكلاسيكية عن نشأة الكون بالانفجار الكبير. ذلك أن نظرية الانفجار تشرح لنا فحسب الأحداث التى وقعت بعد الانفجار الكبير نفسه ولا تفسر كيف وجدت مادة الكون قبل الانفجار وهى مضغوطة انضغاطا شديدا مع ارتفاع هائل فى الحرارة فى مفردة تؤدى للانفجار الكبير. يتطلب تفسير هذا أن يتم دمج النظرتين الأساسيتين فى الكونيات، أى نظرية النسبية العامة ونظرية الكم. وأهم محاولات هذا الدمج هى محاولة إنشاء نظريات (الجاذبية – الكمية) مثل نظرية الأوتار الفائقة وأحدث ما تفرع منها مثل نظرية البرانات ونظرية "إم". كما أن هناك أيضا نظرية الجاذبية الكمومية الحلقية. يرد فى القسم مقالات تشرح هذه النظريات ودورها فى نشأة الكون مع استشراف لمصير الكون.

ينتهى الكتاب بتعليقات ذكرها بعض المفكرين والعلماء عما قاله مفكرون وعلماء آخرون من آرائهم. وهى تعليقات يتخللها أسلوب ساخر سواء عند التأييد أو المعارضة. تبين هذه التعليقات أيضا أهمية تعدد الآراء فى تقدم العلم وأهمية توفير الحرية لأى فرد فى أن يبدى رأيه، حتى إن محرر الكتاب يفسح المجال لأى تعليق حتى ولو كان مضادا لآرائه التى عرضها فى مقدمة الكتاب.

الكتاب هكذا رحلة استكشاف شائقة تجوس عميقا فى أحدث ما أنتجه العلـم وأحدث مشاكل تطبيقاته، مما لا غنى عنه لأى قارئ متخصص أو غير متخصص.

أخيرا أود أن أشكر الصديق العزيز د. نبيل على لما بذله من وقته وعلمـه الثمينين ليفسر لى بعض المصطلحات العلمية المعلوماتية.

مصطفى إبراهيم فهمى

شكر

منذ البداية الأولى لموقع "الحافة" وأنا أتلقى قدرا كبيرا من التشجيع والدعم من أفراد مهمين فى مؤسسة بارنز ونوبل، بما فيهم ستيف ريجيو، ومايك فيرارى، ومايكل فريدمان وقد طرحوا على فكرة أن كتابا يتأسس على "الحافة" (www.edge.org) سيكون منه كتابا قيما، وإنى لأشكرهم على اقتراحهم وتشجيعهم لى. أود أن أشكر أيضا مايكل فراجنيتو ولورا نولان بدار نشر بارنز ونوبل لدعمهما لهذا المشروع.

شارك راسل واينبرجر الناشر المشارك فى "الحافة" فى كل جوانب النشر، كما عمل معى كريستوفر وليامز بدقة وإحكام فى أعمال التحرير الأولى لتحويل الكثير من نسخ الأسئلة والأجوبة إلى شكل مقالات، وكذلك أيضا فى توفير الترجمة الإنجليزية للنصوص الألمانية. أود أن أشكرهما معا لإسهاماتهما القيمة.

أود أن أشكر جودى هيريك من دار " تيبرو" لما قامت به من عمل فى نسخ كل المقالات. وأخيرا فأنا مدين لسارة ليبيكوت لعملها فى التحرير عملا مفعما بالاهتمام والتدقيق.

مقدمة المحرر

فى ١٩٩١ طرحت المحاجة التالية فى مقال عنوانه "الثقافة الثالثة البازغة": "حدث فى السنوات المعدودة الأخيرة تغير فى الأدوار التى تؤدى فى الحياة الثقافية الأمريكية، وتزايد ما يحدث من تهميش للمثقف التقليدى. لم يعد التعلم بطريقة خمسينيات القرن العشرين عن فرويد وماركس والحداثة فيه ما يكفى لتأهيل شخص مفكر فى زمننا. والواقع أن المثقفين الأمريكيين التقليديين أصبحوا الآن بأحد المعانى يتزايدون فى رجعيتهم، وكثيرا ما يجهلون تماما وبفخر (وعناد أحمق) الكثير من إنجازات زمننا الحالى الثقافية التى لها أهمية حقيقية. وكثيرا ما تكون ثقافتهم، التى تنبذ العلم، ثقافة غير إمبريقية[1]. كما تستخدم ثقافتهم رطانة خاصة بها، وتنظف غسيلها الخاص بها. وهى تتميز أساسا بالتعليق على التعليقات، وينتهى لولب التعليقات المتضخم بالوصول إلى نقطة يضيع فيها العالم الواقعى".

بعد مرور اثنا عشر عاما على ذلك، حل أساسا مكان هذه الثقافة الحفرية ما يسمى "الثقافة الثالثة" - عنوان هذا المقال - وذلك فى إشارة إلى التقسيم الشهير الذى قسم به سى. بى. سنو عالم الفكر إلى ثقافتين، ثقافة المثقف الأدبى وثقافة العالم.

تتألف هذه الثقافة الجديدة من أولئك العلماء، هم وغيرهم من المفكرين فى العالم الإمبريقى، الذين توصلوا عن طريق أعمالهم وكتاباتهم التفسيرية إلى أن يتخذوا وضع المثقف التقليدى الذى يجعل المعانى الأعمق لحياتنا مرئية لنا، وأن يعيدوا تعريف من نكون وماذا نكون.

ولا يقتصر علماء الثقافة الثالثة على أن يتشاركوا فى أبحاثهم وأفكارهم أحدهم مع الآخر ولكنهم أيضا يتشاركون مع جمهور تعلم تعليما جديدا عن طريق كتبهم. وهم عندما ركزوا على العالم الواقعى قادونا فى فترة من أشد الفترات

(١) الإمبريقية: مذهب يقول بأن المعرفة تقوم أساسا على الحس والتجربة. (المترجم)

إبهارا فى النشاط الثقافى فى تاريخ الإنسان. إنجازات الثقافة الثالثة ليست نزاعات هامشية بين أفراد طبقة من كبار موظفى البلاط الصينى المشاكسين؛ وإنما هى إنجازات تؤثر فى حياة كل فرد فوق كوكبنا. بزوغ هذه الثقافة الجديدة فيه برهان على جوع ثقافى شديد، والتوق إلى الأفكار الجديدة المهمة التى تقود زماننا: تطورات ثورية فى البيولوجيا الجزئية، والهندسة الوراثية، والنانوتكنولوجيا، والذكاء الاصطناعى، والحياة الاصطناعية، ونظرية الشواش، والتوازى المكثف، والشبكات العصبية، والكون التضخمى (الانتفاخى)، والتشكلات، والنظم التكيفية المركبة، واللسانيات، والأوتار الفائقة، والتنوع الحيوى، والجينوم البشرى، والنظم الخبيرة، والتوازن المتقطع، والأوتوماتا الخلوية، والمنطق المضبب، والواقع الخائلى، والفضاء السيبرى (المعلوماتى) والماكينات التى تنهى ترليون عمليه حسابية فى الثانية[٢]. وهذا كله بعض من كثير آخر.

الإنسانية
والكل الثقافى

كانت كلمة مذهب "الإنسانية" فى حوالى القرن الخامس عشر مرتبطة بفكرة فيها كل ثقافى واحد. كان النبيل الفلورنسى يعرف أن من المضحك أن يكون قارئا لدانتى ولكنه يتجاهل العلم. وكان ليوناردو فنانا عظيما، وعالما عظيما، وتكنولوجيا عظيما. أما مايكل أنجلو فكان حتى فنانا ومهندسا أعظم منه. كان هؤلاء الرجال مثقفين كليين عمالقة. وبالنسبة لهم، فإن فكرة أن يحتضن المرء مذهب الإنسانية بينما يبقى جاهلا بآخر الإنجازات العلمية والتكنولوجية، لهى فكرة غير مفهومة. حان الوقت الآن لنعيد تأسيس هذا التعريف الكلى.

---

(٢) هذه كلها بعض من آخر الصيحات العلمية فى البيولوجيا والمعلوماتية والكونيات والفيزياء... إلخ. (المترجم)

حدث فى القرن العشرين، وهو فترة من التقدم العلمى العظيم، أنه بدلا من أن يحتل العلم والتكنولوجيا المركز من العالم الثقافى - وبدلا من أن يكون هناك توحد بحيث تشمل الدراسات المعرفية العلم والتكنولوجيا مع الأدب والفن - بدلا من ذلك فإن الثقافة الرسمية رفستهما بعيدا. ينظر الباحثون التقليديون فى الإنسانيات إلى العلم والتكنولوجيا على أنهما نوع من نتاج تكنيكى خاص. وكززت جامعات النخبة العلم خارج مقررات طلبة الجامعة فى الدراسات الأدبية، وخارج عقول الكثيرين من الشبان، الذين فعلوا مثل ما تفعله المؤسسة الأكاديمية الجديدة، فهمشوا أنفسهم بحيث لم يعودوا بعد قريبين أى قرب من مجال الفعل.

كثيرا ما يحدث فى المجتمع الأكاديمى على نحو مبالغ فيه أن تنزع المناقشات الثقافية إلى التركيز على أمور من نوع من الذى كان، أو لم يكن، ستالينيا فى ١٩٣٧، أو ماذا كانت إجراءات تنظيم نوم الضيوف فى عطلة نهاية الأسبوع فى بلومزبرى[٣] فى الجزء الأول من القرن العشرين. نحن لا نطرح بذلك أن دراسة التاريخ فيها إهدار للوقت: فالتاريخ يضىء لنا ما تكونه أصولنا ويصوننا من أن نحاول إعادة اختراع العجلة. ولكن ثمة تساؤل يبرز: تاريخ ماذا؟ هل نريد أن يتأسس محور الثقافة على نظام مغلق، عملية من دخول نص/خروج نص، دون اتصال إمبريقى بالعالم الواقعى؟ لا يسع المرء إلا أن يتعجب من نقاد الفن مثلا الذين لا يعرفون شيئا عن الإدراك البصرى؛ وكذلك نقاد الأدب من أتباع مذهب البنائية الاجتماعية، الذين لا يكترثون بالكليات البشرية التى وثقها علماء الأنثروبولوجيا[٤]؛ ومعارضى الأطعمة المعدلة وراثيا، والمواد المضافة، وبقايا المبيدات الحشرية الذين يجهلون الوراثيات والبيولوجيا التطورية.

---

(٣) بلومزبرى: اسم أطلق على مجموعة من أصدقاء الفن والأدب عاش بعضهم فى بلومزبرى، وظهر انتاجهم فى أثناء وبعد الحرب العالمية الأولى، ومنهم فرجينيا وولف وا. م. فورستر. (المترجم)
(٤) الأنثروبولوجيا: علم الإنسان الذى يبحث أصله وتطوره وأعراقه وعاداته ومعتقداته. (المترجم)

التشاؤم الثقافى
إزاء التفاؤل العلمى

يوجد تمايز أساسى بين الأدبيات العلمية وأدبيات فروع المعرفة التى تكون موضوعاتها ذات مرجعية ذاتية وتهتم فى أغلبها بتفسيرات قدامى المفكرين. يختلف العلم عن تلك الفروع المعرفية التى ليس فيها أى توقع لتقدم منهجي والتى يتأمل فيها المرء أفكار الآخرين ويعيد تدورها، فالعلم عند أقصى حدوده المتقدمة يضع المزيد والأفضل من الأسئلة، أسئلة تطرح بطريقة أفضل. إنها أسئلة تصاغ عبارتها لاستنباط الإجابات؛ العلم يعثر على الإجابات ويواصل التحرك. فى حين تواصل مؤسسة الإنسانيات التقليدية تفسيراتها الانعزالية المضنية مغرقة نفسها فى تشاؤم ثقافى، ومتشبثة بنظرتها كئيبة النمط لأحداث العالم.

يكتب آرثر هيرمان فى كتابه "فكرة الاضمحلال فى التاريخ الغربى"، "نحن نعيش فى عصر أصبح التشاؤم فيه هو القاعدة ". يعمل هيرمان فى تنسيق " برنامج الحضارة الغربية" فى المتحف السميثسونى، وهو يحاج بأن انحدار الغرب مع ما فيه من رؤية " لمجتمعنا المريض " قد أصبح الأطروحة الغالبة على خطابنا الثقافى، إلى درجة أن صميم فكرة الحضارة قد تغير. ويواصل القول:

> «هذا النظام الجديد قد يتخذ شكل اليوتوبيا البيئية الراديكالية "لقاذف القنابل المنفرد"[٥]. وقد يتخذ أيضا شكل السوبرمان عند نيتشه، أو الاشتراكية القومية الآرية عند هتلر، أو ما عند ماركيوز من اتحاد طوبوى بين التكنولوجيا وإيروس[٦] أو شكل "الفلاحين" الثوريين عند فرانز فانون. وقد يكون حاملو النظام من أصدقاء

---

(٥) لقب أطلق على الإرهابي الأمريكي كازينسكي الذى زرع وحده فى ١٩٧٨ عدة قنابل فى أماكن مختلفة من الولايات المتحدة. (المترجم)

(٦) إيروس: إله الحب والشهوة عند الإغريق. (المترجم)

الأرض" عنـــد عـــالم الإيكولوجيـــا"(٧)، أو " الأفـــراد المرموقين " عند مؤيدى مـــذهب التعـــدد الثقـــافى، أو "الأمازونيات الجدد" عند من يناصرون المســـاواة بـــين الجنسين، أو "الرجال الجدد" عند روبرت بلاى. يتغيـــر الشكل الخاص للنظام الجديد حسب الذوق؛ على أن أهم ميزة له تكون فى اتصافه بأنه غير غربى مطلقـــا، أو حتى أنه مضاد للغرب. وفى النهايـــة فـــإن المتشـــائم الثقافى يكون اهتمامه بما سوف يتكون أقل من اهتمامه بما سوف يدمر - أى مجتمعنا الحديث "المـــريض"... أصبح العمل على زرع اليأس والشـــك بالـــذات بـــالغ الانتشار حتى صرنا نتقبله كموقف ثقافى طبيعى، حتى عندما يكون هناك تناقض مباشر بينـــه وبـــين واقعنـــا الخاص بنا».

مفتاح هذا التشاؤم الثقافى هو الإيمان بأسطورة المتوحش النبيل، وهـــى أن الناس قبل أن يمتلكوا العلم والتكنولوجيا كانوا يعيشون فى اتساق ونعيم إيكولوجيـــا. والأمر على العكس من ذلك تماما. أعظم تغير متواصل هو معدل التغيـــر، وهـــذا أمر لابد من أن يشق علينا التعامل معه، إذا بقينا ننظر إلى العالم من خلال أعـــين شبينجلر(٨) ونتيشه(٩). الأكاديميون دارسو الإنسانيات وقد كرسوا أنفســـهم تكريســـا شبه عقائدى لنظرة متشائمة للعالم، فإنهم خلقوا ثقافة من المذهبيات (Isms) السابقة تنقلب هى نفسها وتظل تدور إلى مالا نهاية. ترى كم مرة رأيت فيها اسما لرمـــز من رموز الإنسانية الأكاديمية فى مقالة بإحدى الصحف أو المجلات فتوقفت فـــى التو عن القراءة؟ أنت تعرف ما سيأتى فيها. لماذا تهدر وقتك؟

---

(٧) الايكولوجيا: فرع البيولوجيا الذى يبحث علاقة الأحياء بالبيئة. (المترجم)

(٨) شبنجلر، أوزوالد (١٨٨٠-١٩٣٦) فيلسوف ألمانى متشائم تنبأ بقـــرب نهايـــة الحضـــارة الغربيـــة. (المترجم)

(٩) نيتشه، فردريك (١٨٤٤-١٩٣٦) فيلسوف ألمانى صاحب مـــذهب الإنســـان الأعلـــى (الســـوبرمان). (المترجم)

دعنا ننظر أمر ما يوجد من تفاؤل مزدوج فى العلم، كقصة مضادة لهذا التشاؤم الثقافى.

أولا كلما أنجزت مزيدا من العلم، زاد ما عليك أن تنجزه. يواصل العلماء دائما اكتساب المعلومات الجديدة ومعالجتها. وهذا هو وجه الحقيقة فى قانون مور، فكما أنه يحدث كل ثمانية عشر شهرا تضاعف فى قدرة الكمبيوتر على المعالجة طول العشرين سنة الأخيرة، فبمثل ذلك تماما نجد أن العلماء يكتسبون المعلومات أيضا بمعدل أسى. لا يمكن للعلماء إلا أن يكونوا متفائلين.

وثانيا فإن الكثير من العلومات الجديدة إما أن تكون معلومات طيبة أو تكون معلومات يمكن أن نجعلها طيبة بفضل المعرفة التى تتزايد أبدا فى عمقها وبفضل الأدوات والتكنيكات التى تتزايد أبدا فى كفاءتها وقوتها.

يواصل العلماء خلافاتهم، ويكون الواقع هو الحد الفاصل بينهم. وقد يكون للعلماء إحساس بالأنا يبلغ فى تضخمه ما تحس به الشخصيات ذات الأهمية فى الإنسانيات الأكاديمية، إلا أن العلماء يعالجون عجرفتهم بطريقة مختلفة جدا. ففى إمكانهم أن يتأثروا بالحجج لأنهم يعملون فى عالم إمبريقى من الحقائق، عالم مبنى على الواقع. لا توجد مواقف ثابتة لا تقبل التغير. العلماء هم فى الوقت نفسه مبدعو ونقاد مشروعهم المشترك. فهم الذين تأتى الأفكار منهم، وهم أيضا الذين ينقد أحدهم أفكار الآخر. ومن خلال عملية الإبداع والنقد والمناقشات، يقرر العلماء أى الأفكار يتم التخلص منها وأيها يصبح جزءا من الاتفاق العام الذى يؤدى إلى المستوى التالى من الاكتشافات. العلماء يدور حديثهم حول الكون، وذلك بخلاف أكاديميى الإنسانيات الذين يدور حديثهم أحدهم حول الآخر. وبالإضافة، فإنه لا يوجد خلاف كبير بين أسلوب تفكير عالم كونيات يحاول فهم العالم الفيزيقى عن طريق دراسة أصل الذرات والنجوم والمجرات، وبين العالم البيولوجى التطورى الذى يحاول فهم انبثاق المنظومات المركبة من بدايات بسيطة أو يحاول أن يرى وجود أنماط فى الطبيعة. تتضمن هذه المحاولات كممارسات المزيج نفسه من الملاحظة، والنمذجة النظرية، والمحاكاة بالكمبيوتر، وما إلى ذلك، بما يماثل ما

يجرى فى معظم المجالات العلمية الأخرى. هناك التقاء بين عوالم العلم. هناك تشارك فى الإطار المرجعى عبر كل فروع هذه العوالم.

مازال العلم قريبا من بدايته. ومع تقدم حدوده تزداد الأفاق اتساعا وتصبح رؤيتها عند بؤرة واضحة. وقد أدت هذه الأوجه من التقدم إلى تغيير الطريقة التى نرى بها مكاننا فى الطبيعة. ثمة فكرة بأننا جزء متكامل من هذا الكون - الكون الذى تحكمه قوانين فيزيائية ورياضية جعلت أمخاخنا بحيث يمكن تضبيطها لفهم هذه القوانين - ونتج عن هذه الفكرة أنها جعلتنا ندرك مكاننا بطريقة مختلفة مع ما يتكشف من التاريخ الطبيعى. هكذا وصلنا إلى أن ندرك من خلال ماحدث من تطورات فى علمى الفلك والكون أننا مازلنا قريبين للغاية من البداية. حدث توسيع هائل لتأريخ بداية التكوين، وبدلا من أن يكون منذ ٦٠٠٠ سنة تراجع إلى ١٣,٧ بليون سنة حسب علم كونيات الانفجار الكبير، على أن المستقبل قد زاد توسيعه أيضا لما هو أكثر، ربما إلى مالانهاية. لم يقتصر الناس فى القرن السابع عشر على الإيمان بضيق المدى الزمنى لماضيهم، وإنما اعتقدوا أيضا أن التاريخ أصبح على وشك الانتهاء: حان وصول كارثة النبوءة بالنهاية. أما الآن فمع إدركنا بأن الزمن قد يكون لانهائيا بالكامل، فقد أدى بنا ذلك إلى نظرة جديدة للنوع البشرى، باعتبار أنه ليس فيه الذروة بأى معنى، ولكنه ربما يكون طورا مبكرا إلى حد كبير من عملية التطور. توصلنا إلى هذا المفهوم عن طريق الملاحظة والتحليل التفصيليين، وعن طريق التفكير المؤسس على العلم؛ ويتيح لنا هذا أن نرى الحياة وهى تلعب دورا فى مستقبل الكون يتزايد أبدا فى تعاظمه.

هناك علامات مشجعة على أن الثقافة الثالثة تشمل الآن باحثين فى الإنسانيات يفكرون بطريقة تفكير العلماء. وهم مثل زملائهم فى العلوم يؤمنون بأن هناك عالم حقيقى وأن مهمتهم هى فهمه وتفسيره. وهم يختبرون أفكارهم بلغة من التماسك المنطقى، والقدرة التفسيرية، والاتساق مع الحقائق الإمبريقية. وهم لا يذعنون لسلطات ثقافية: فأى أفكار لأى فرد يمكن تحديها، والفهم والمعرفة يتراكمان من خلال هذه التحديات. وهم لا يختزلون الإنسانيات إلى مبادئ بيولوجية

وفيزيائية، ولكنهم يعتقدون بالفعل أن الفن والأدب والتاريخ والسياسات – ثوب كامل من الاهتمامات الإنسانية – كلها فى حاجة لأن تضع العلوم فى حسابانها.

ثمة وجود لأوجه ارتباط: ففنونا، وفلسفاتنا، وأدبنا كلها نتاج عقول بشرية تتفاعل أحدها مع الآخر، والعقل البشرى نتاج للمخ البشرى، وهذا ينظمه جزئيا الجينوم البشرى وقد تطور بواسطة عمليات التطور الفيزيقية. الباحثون فى الإنسانيات من ذوى الأساس العلمى يكونون، مثلهم مثل العلماء، انتقائيين ثقافيا، فيلتمسون الأفكار من مصادر مختلفة، ويتخذون الأفكار التى تثبت جدارتها، بدلا من أن تكون أبحاثهم من خلال "أنسقة" أو "مدارس". وهم هكذا ليسوا بباحثين ماركسيين أو فرويديين أو كاثوليك. إنهم يفكرون مثل العلماء، ويعرفون العلم، ويتواصلون بسهولة مع العلماء؛ أما اختلافهم الرئيسى عن العلماء فهو فى الموضوع الذى يكتبون عنه، وليس فى أسلوبهم الثقافى. أصبح الآن التفكير المؤسس على العلم عند باحثى الإنسانيات المتنورين جزءا من الثقافة العامة.

باختصار، ثمة شيء جديد بصورة جذرية يحوم فى الهواء: طرائق جديدة لفهم المنظومات الفيزيقية، طرائق جديدة للتفكير حول التفكير تستدعى الشك فى الكثير من افتراضاتنا الأساسية. ثمة بيولوجيا واقعية عن العقل، أوجه تقدم فى الفيزياء، وتكنولوجيا المعلومات، وعلم الوراثة، والبيولوجيا العصبية، والهندسة، وكيمياء المواد، وكلها تتحدى الافتراضات الأساسية التى تدور حول من نكون وماذا نكون، وماذا يعنى أن نكون بشرا. عادت الفنون والعلوم إلى الانضمام معا كثقافة واحدة، هى الثقافة الثالثة. إن هؤلاء الذين شاركوا فى هذا الجهد – على أى من جانبى التقسيم القديم لسى. بى. سنو – هم فى المركز من الفعل الثقافى لزمننا. إنهم الإنسانيون الجدد.

كتاب "الإنسانيون الجدد: العلم عند الحافة " هو استكشاف لهذا المنظر العام الثقافى الجديد، أتابع فيه مسار الأبحاث والأفكار الثورية لمؤلفين رئيسيين فى مجالات مختلفة مثل علم الكمبيوتر وعلوم الكون، والإدراك، والبيولوجيا التطورية، ويتجادل هؤلاء المؤلفين أحدهم مع الآخر، ويتعلمون أحدهم من الآخر ويطبقون

ما يتعلمونه بطرائق إبداعية. هؤلاء المؤلفون هـم البيولوجيـة التطوريـة هيلينـا كرونين؛ والفليسوف دانيل سى. دينيت؛ وعالم الجغرافيا الحيوية جيـرد ديامونـد؛ والتكنولوجى راى كيرزويل؛ وعالم الأنثروبولوجيا البيولوجية ريتشـارد رانجـام؛ وعلماء الكمبيوتر رودنى بروكس، ودافيد جيليرنتر، وجـارون لانيـر، ومـارفن سبنسكى، وهانز موارفيك، وجوردان ب. بولاك؛ وعالما الإدراك أنـدى كـلارك ومارك د.هاوزر؛ وعالما النفس ستيفن م. كوسلين وستيفن بينكر؛ وعلماء الفيزيـاء دافيد دويتش، وآلان جوث، وسميث لويد، وليزا رانـدال، ومـارتن ريـز، ولـى سمولين، وبول شتينهاردت. يحاول كتاب "الإنسانيون الجـدد" أن يجعـل إحـدى الثورات مرئية لنا من الداخل، ذلك أن ما سيبرز هنا على السطح مـن مناقشـات سوف يحدد العقود القادمة من الفكر العلمى.

من الواضح أن اختيار العلماء الذين تضمنهم هذا الكتاب أبعد من أن يكـون شاملا. وأنا أعمل مهنيا مع البعض منهم: فهم عملاء لوكالتى للأدبيات. والـبعض الآخر لم أتعامل معهم (الواقع أن النسبة المئوية الكبيرة من العلماء الـذين أمـثلهم ليسوا ممن يتضمنهم الكتاب). تم الاختيار صـدفة وكـان للأمـر علاقـة كبيـرة باهتماماتى العلمية الشخصية. تأسست معظم الفصول على ما أدرته مـن لقـاءات؛ وباقى الفصول – وهى مقالات كتبها دافيد جيلبرنتر، وهانز موارفيـك، وجـارون لانير، وأندى كلارك، وجيرد دياموند – كلها قـد سـبق نشـرها فـى "الحافـة" (www.edge.org) وهو موقع على ويب بدأت إطلاقه فى ١٩٩٧ وكرسته للنقاش بين علماء وصلوا إلى أقصى الحدود التى وصلتها فروعهم المعرفية.

أصل مجتمع "الحافة" هو جماعة غير رسمية من العلماء ومـن المفكـرين الإمبريقيين الآخرين الذين عرفوا باسم (نادى الواقع) جمعـتهم معـا فـى أوائـل ثمانينيات القرن العشرين. كان أعضاء النادى أفرادا تعودوا على إبـداع واقعهـم الخاص بهم وعلى رفض أى واقع مصنوع مخصص لغرض بعينه؛ وقـد كـانوا (ومازالوا) أناسا ينطلقون لصنع واقعهم وليس للحديث عنه. عقد (نـادى الواقـع) اجتماعاته فى أول الأمر فى المطاعم الصينية، والطوابق العليـة للفنـانين، وفـى

المتاحف، وغرف المعيشة، وقاعات الاجتماعات فى جامعـة روكفلـر وأكاديميـة نيويورك للعلوم وشتى المؤسسات الاستثمارية المصرفية، وذلك بخـلاف أمـاكن أخرى. "الحافة" هي سلالة (نادى الواقع)، وقد أقيمت كمؤسسة لا تسعى للربح فـى ١٩٨٨، وقد هاجرت "الحافة" حاليا إلى الإنترنت. ستجد فيها عددا من أذكى العقول المعاصرة وهم يأخذون أفكارهم إلى حلبة مصارعة الثيران، بتوقع كامل لأن تلقى هذه الأفكار تحديا لها. أطلقت مجلة "نيوسيا نتيست" (العالم الجديد) على هذا الموقع أنه "مجال يبهر الأنفاس" ورحبت به لما يقدمـه مـن أسـئلة "كبيـرة، وعميقـة، وطموحة، أسئلة تطرح أن العلم أخذ فى النهاية يقتحم مجال الفلسفة والعقيدة".

أصبح البعض من المساهمين فى "الحافة" من المؤلفين للكتب الأكثر مبيعا أو فيهم عدا ذلك من أصبحوا مشهورين فى الثقافة الجماهيرية. على أن أغلبهم ليسـوا من هؤلاء أو أولئك. تشجع "الحافة" أن تدور الأبحاث عند الحدود المحيطة بثقافتنـا وتشجع استقصاء الأفكار التى لم يتم عرضها عرضا عاما. وشعار الجماعـة هـو "الوصول إلى حافة معرفة العالم، والعثور على أصحاب العقـول الأكثـر تركيبـا ورقيا، ووضعهم معا فى قائمة، وجعلهم يسألون أحدهم الآخر الأسئلة التى يسألونها لأنفسهم". و"الحافة" هى وجهة نظر، وليست مجرد جماعة من الأفراد. ويتشـارك المساهمون فيها أحدهم مع الآخر فى حدود معرفتهم ويستجيبون بعنف لمـا يبديـه أندادهم من تعليقات وانتقادات وتبصرات. ذات مرة وصفت مجلة "وايرد" (أسلاك) "الحافة" قائلة "إنها لقائمة:... تعيد تشكيل (الحلقة المفرغة) عند دوروثى بارك بغير طعام وشراب... تشكيل رائع، وهذا فى جزء منه بسبب الأفراد الموجـودين فـى القائمة؛ ريتشارد دوكنز، وفريمان ديسون، ودافيد جيليرنتـر، وناثـان ميرفولـد، ونعومى وولف، وهذه أسماء لقلة منهم". على أن جماعة "الحافة" تختلف تماما عن التجمعات الأخرى مثل "المائدة المسـتديرة الألجونكيـة"[١٠]، أو "الحـواريين"، أو مجموعة بلومزبرى، وإن كانت تطرح بالفعل النوع نفسه من المغـامرة العقليـة. ولعل أقرب جماعة تشبهها هى "جمعية برمنجهام القمرية" فى القرن الثامن عشـر، وهى نادى غير رسمى تألف من الشخصيات الثقافية التى قادت العصر الصـناعى

---

(١٠) الألجونكية قبائل للهنود الحمر فى أمريكا الشمالية. (المترجم)

الوافد؛ جيمس وات، وإيراسموس داروين، وجوشيا ويدجوود، وجوزيف بريستلى، وماثيو بولتون، وويليام ويذرنج. تجمع جماعة "الحافة" بأسلوب مماثل لــذلك بــين أولئك الذين يستكشفون أطروحات عصر ما بعد الصناعة. وقدمت "الحافــة" مــدى واسعا من الأفراد فى الفنون والعلوم: عالمة الأنثروبولوجيا الثقافية مارى كــاثرين بيتسون التى تبحث فى تجسير الفجوات الثقافيــة، وعــالم البيولوجيــا التطوريــة ريتشارد دوكنز الذى يبحث وجهة نظر الجمهور عن العلم، وعالم الفيزياء فريمان ديسون الذى يبحث فى المستقبل النهائى للحياة فى الكون، والموسيقى بريان إينــو الذى يبحث فى إبداع القيم الثقافية، وعالم النفس هوارد جاردنر الذى يبحــث فــى الإصلاح التعليمى، وعالم البيولوجيا ستيوارت كوفمان الذى يبحث فى الزمان فــى علم الكون الكمومى، وعالمة النفس جوديث ريتش هاريس التى تبحث فى طريقــة تكوين الشخصية.

استفدت فى المقابلات والمحاورات التى عرضتها هنا من وضعى كمحــرر، الأمر الذى يمنحنى رخصة إعادة تفريغ شرائطى التسجيلية فى شكل مقالات. ولما كنت أفترض أن آراء المساهمين فى "الحافة" ستكون مما يثير اهتمام القراء لدرجة أكبر كثيرا من آرائى فى مجال خبرتهم، فقد حذفت نفسى (وأسئلتى) من النص عند كتابته ولكن على الرغم من أن من أجريت اللقاءات معهم قد قرأوا، بل وحــرروا فى بعض الحالات، نسخ كلماتهم التى تحدثوا بها، فإن هذه الفصول لايقصــد بهــا بأى حال أن تمثل كتاباتهم الخاصة بهم. وإذا كان القارئ مهتما بذلك فعليه أن يقرأ كتبهم الخاصة بهم، التى وردت قائمة بها فى ملحق "قراءات مقترحة".

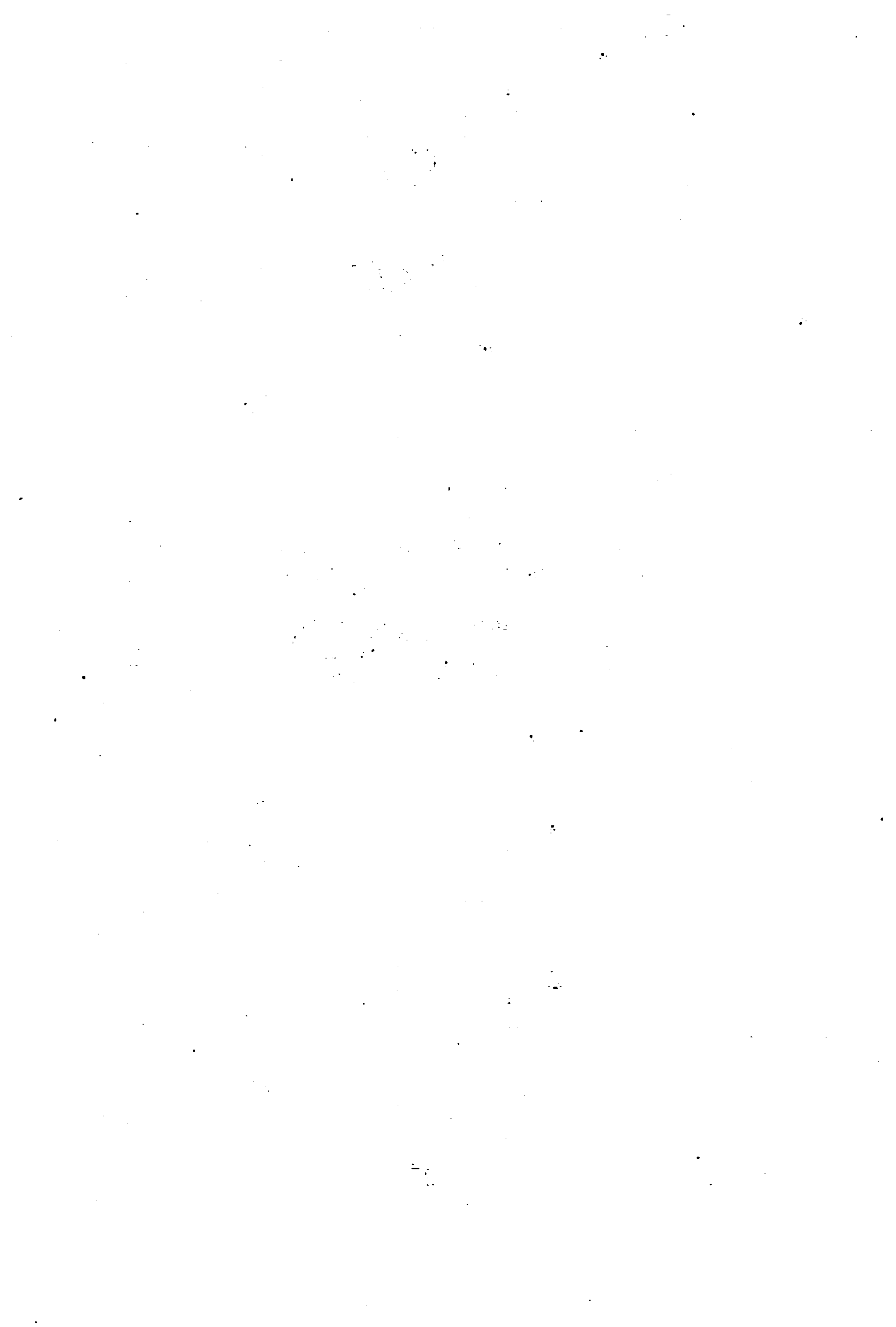
عندما ظهر مقالى عن "الإنسانيين الجدد" فى "الحافة" فى أبريل ٢٠٠٢، فإنه جلب للموقع عددا قياسيا من الردود – بما فى ذلك ما كان يحدث أحيانا من تفنيــد مشبوب العاطفة من أعضاء فى قائمة بريد "الحافة". ويحوى الختام عينات من هذه التعليقات اللاذعة من بعض "الإنسانيين الجدد" أنفسهم.

جون بروكمان

نيوريورك، يونيو ٢٠٠٣

الجزء الأول

الهوموسابينز
(الإنسان العاقل)



تركيب علمى جديد لتاريخ الإنسان

جيرد دياموند[11]

ما السبب فى أن تطور الإنسان ظل يجرى بمعدلات مختلفة هكذا فى مختلف القارات بطول الثلاثة عشر ألف عام الأخيرة ؟... ينحو المؤرخون إلى تجنب هذا الموضوع وكأنه الطاعون، وذلك لما يبدو فيه ظاهريا من تلميحات عنصرية. يفترض أناس كثيرون، بل ويفترض معظم الناس، أن الإجابة تتضمن وجود اختلافات بيولوجية فى متوسط معامل الذكاء(IQ) بين عشائر سكان العالم، وذلك على الرغم من أنه ليس هناك أى برهان على وجود هذه الاختلافات فى معامل الذكاء... إذا كانت الرائحة الكريهة للعنصرية مازالت تجعل القارئ يحس بالضيق من استكشاف هذا الموضوع، فما عليه إلا أن يتأمل لا غير فى السبب الأساسى فى أن أفرادا كثيرين هكذا يتقبلون التفسيرات العنصرية للنمط العريض للتاريخ: ليس لدينا تفسير بديل مقنع. وإلى أن يكن لدينا هذا البديل، سوف يستمر الناس فى الانجذاب إلى النظريات العنصرية نتيجة عدم وجود بديل. يؤدى هذا إلى أن يتركنا مع فجوة أخلاقية هائلة، تشكل أقوى سبب لتناول هذا الموضوع المثير للضيق.

---

(11) جيرد دياموند أستاذ للجغرافيا فى جامعة كاليفورنيا بلوس أنجلوس، وهو زميل لكرسى ماك آرثر، وفائز بالميدالية القومية للعلوم، ومؤلف "الشمبانزى الثالث" (الكتاب الفائز بالجائزة البريطانية للكتاب العلمى وجائزة الكتاب لمجلة "لوس أنجلوس تايمز") وفائز بجائزة بوليتزر عن كتابه "المدافع، والجراثيم، والصلب".

أخذت على عاتقى المهمة المتواضعة بأن أحاول أن أفسر النمط العريض لتاريخ الإنسان فوق كل القارات طول ثلاث عشرة ألف من السنين الأخيرة. لماذا اتبع التاريخ سياقات تطورية مختلفة هكذا لشعوب القارات المختلفة؟ ظلت هذه المشكلة تفتننى لزمن طويل، ولكنها الآن أصبحت ناضجة لتركيب جديد بسبب أوجه تقدم حديثة فى مجالات كثيرة تبدو وكأنها بعيدة عن التاريخ، وتتضمن البيولوجيا الجزيئية، ووراثيات النباتات والحيوان، والجغرافيا البيولوجية، والآثار، واللسانيات.

انتشر الأوراسيون، كما نعرف جميعا، وخاصة بالنسبة لشعوب أوروبا وآسيا الشرقية، فى كل أنحاء كوكبنا ليسيطروا على العالم الحديث من حيث الثروة والسلطة. أما الشعوب الأخرى، بما فى ذلك معظم الأفريقيين، فقد بقوا أحياء، وتخلصوا من السيطرة الأوروبية ولكنهم ظلوا متخلفين فى الثروة والسلطة. ثمة شعوب أخرى، بما فيها السكان الأصليون لأستراليا والأمريكتين وأفريقيا الجنوبية، لم يعد أفرادها بعد ولا حتى مجرد سادة للأرض التى تخصهم، وإنما عانى معظمهم من الهلاك، أو الاستعباد، أو الإبادة على يد المستعمرين الأوروبيين. لماذا تقلب التاريخ بهذه الطريقة بدلا من الطريقة العكسية؟ لماذا لم يحدث أن يكون السكان المحليون الأمريكيون والأفريقيون والأستراليون الأبوريجنيون هم الذين يقهرون أو يبيدون الأوروبيين والآسيويين؟

يمكننا بسهولة أن نزيح هذا السؤال وراء لخطوة أبعد. بحلول ١٥٠٠ ميلادية، السنة التقريبية التى حدث فيها بالكاد البدايات الأولى للتوسع الأوروبى عبر البحار، كانت شعوب القارات المختلفة تختلف بالفعل اختلافا عظيما فى التكنولوجيا والتنظيم السياسى. فى ذلك الوقت، كانت أجزاء كثيرة من أوراسيا وشمال أفريقيا تحت سيطرة دول وإمبراطوريات العصر الحديدى، وكان بعضها على وشك الدخول فى عصر التصنيع. وكان هناك شعبان محليان أمريكيان، الأنكا والأزتيك، تحكمهما إمبراطوريات بأدوات العصر الحجرى، وقد بدأت بالكاد تجربة البرونز. وكان هناك أجزاء من أفريقيا ما تحت الصحراء تنقسم إلى دول صغيرة أو قبائل محلية من العصر الحديدى. إلا أن كل شعوب أستراليا، وغينيا الجديدة،

وجزر الهادى، وشعوب كثيرة فى الأمريكتين وأفريقيا ما تحت الصحراء، كانت كلها لا تزال تعيش كمزارعين أو حتى صيادين/ جامعى ثمار، وكلهم بأدوات من العصر الحجرى.

من الواضح أن هذه الاختلافات فى عام ١٥٠٠ الميلادى هى السبب المباشر فى عدم المساواة فى العالم الحديث. توصلت إمبراطوريات الأدوات الحديدية إلى قهر أو إبادة قبائل الأدوات الحجرية. ولكن كيف تطور العالم ليكون بما كان عليه فى سنة ١٥٠٠ الميلادية؟

يمكننا بسهولة أن ندفع هذا السؤال أيضا إلى الوراء لخطوة أبعد، وذلك بالاستفادة من التواريخ المكتوبة والاكتشافات الأثرية. كان البشر حتى نهاية آخر عصر جليدى، حوالى سنة ١١٠٠٠ ق. م. مازالوا جميعا فوق كل القارات يعيشون كصيادين / جامعى ثمار من العصر الحجرى. وكانت المعدلات المختلفة للتطور فى القارات المختلفة ابتداء من ١١٠٠٠ ق. م. حتى ١٥٠٠ ميلادية هى التى أدت إلى أوجه عدم المساواة فى ١٥٠٠ ميلادية. ظل الأستراليون الأبوريجينيون والكثير من الشعوب المحلية الأمريكية وهم يعيشون كصيادين / جامعى ثمار من العصر الحجرى، فى حين أن معظم الشعوب الأوراسية والكثير من الشعوب الأمريكية وشعوب أفريقيا ما تحت الصحراء قد طورت تدريجيا الزراعة، والرعى، والتعدين، والتنظيمات السياسية المعقدة. كما أن أجزاءا من أوراسيا، هى ومنطقة صغيرة من الأمريكتين قد طورت أيضا كتابة محلية. إلا أن كل من هذه التطورات الجديدة قد ظهرت فى أوراسيا فى وقت مبكر عما فى الأماكن الأخرى.

هكذا نستطيع فى النهاية أن نعيد صياغة سؤالنا عن تطور أوجه عدم المساواة فى العالم الحديث ليصبح كالتالى: ما السبب فى أن تطور الإنسان يظل يجرى بمعدلات مختلفة هكذا فى مختلف القارات طول ثلاث عشرة ألف سنة الأخيرة؟ هذه المعدلات المختلفة هى التى تشكل النمط الأوسع للتاريخ، وتشكل أكبر مشكلة فى التاريخ بلا حل، وهى موضوعى فى هذا المقال.

ينحو المؤرخون إلى تجنب هذا الموضوع وكأنه الطاعون، وذلك لما يبدو فيه ظاهريا من تلميحات عنصرية. يفترض أناس كثيرون، بل ويفترض معظم الناس أن الإجابة تتضمن وجود اختلافات بيولوجية فى متوسط معامل الذكاء بين عشائر سكان العالم، وذلك على الرغم من أنه ليس هناك أى برهان على وجود هذه الاختلافات فى معامل الذكاء. بل إن مجرد إلقاء السؤال عن السبب فى أن الشعوب المختلفة لديها تواريخ مختلفة يصدم البعض منا باعتباره نوعا من الشر، لأنه يظهر وكأنه يبرر ما حدث فى التاريخ. والحقيقة أننا ندرس أوجه الظلم فى التاريخ لنفس السبب الذى ندرس من أجله الإبادة العرقية، ولنفس السبب الذى يدرس له علماء النفس عقول المجرمين ومغتصبى النساء، ليس من أجل أن نبرر التاريخ، والإبادة العرقية، والقتل، والاغتصاب، وإنما لنفهم لماذا ظهرت هذه الشرور ثم نستخدم هذا الفهم لمنع وقوعها ثانية. إذا كانت الرائحة الكريهة للعنصرية مازالت تجعل القارئ يحس بالضيق من استكشاف هذا الموضوع، فما عليه إلا أن يتأمل لا غير فى السبب الأساسى فى أن أفرادا كثيرين هكذا يتقبلون التفسيرات العنصرية للنمط العريض للتاريخ: ليس لدينا تفسير بديل مقنع. وإلى أن يكون لدينا هذا البديل، سوف يستمر الناس فى الانجذاب إلى النظريات العنصرية نتيجة عدم وجود بديل. يؤدى هذا إلى أن يتركنا مع فجوة أخلاقية هائلة، تشكل أقوى سبب لتناول هذا الموضوع المثير للضيق.

دعنا نواصل الحديث عن قارة بعد الأخرى. دعنا فى أول مقارنة قارية نقوم بها ننظر أمر اصطدام العالم القديم بالعالم الجديد الذى بدأ برحلة كريستوفر كولومبوس فى ١٤٩٢ ميلادية، لأن العوامل القريبة التى أدت إلى هذه النتيجة مفهومة جيدا. سأعطى الآن للقارئ تلخيصا وتفسيرا لتواريخ أمريكا الشمالية، وأمريكا الجنوبية، وأوروبا، وآسيا وذلك من منظورى بصفتى جغرافيا بيولوجيا وبيولوجيا تطوريا، كل هذا فى عشر دقائق؛ بمعدل دقيقتين لكل قارة. هانحن ننطلق:

أغلبنا على علم بتلك القصص عن كيف أن مئات معدودة من الإسبانيين بقيادة كورتيز وبيزارد قد تغلبت على إمبراطوريتى الأزتيك والإنكا. كان سكان كل

من هاتين الإمبراطوريتين يبلغ عددهم عشرات الملايين. ونحن على علـم أيضـا بالتفاصيل الرهيبة عن الطريقة التى فتح بها الأوروبيون الآخرون أجـزاء أخـرى من العالم الجديد. ونتيجة ذلك أن توصل الأوروبيون إلى الاستقرار والسيطرة على معظم العالم الجديد، بينما حدث انحدار عنيف للسكان المحليـين الأمـريكيين عـن مستواهم فى سنة ١٤٩٢ ميلادية. لماذا حدث الأمر بهذه الطريقة؟ لماذا لم يحـدث بدلا من ذلك أن يقود الإمبراطور مونتزوما أو الإمبراطور أتاهوليـا الأزتيـك أو الإنكا لفتح أوروبا؟

الأسباب القريبة واضحة. كان لدى الغزاة الأوروبيون سيوف مـن الحديـد، ومدافع، وخيل، بينما لم يكن الأمريكيون المحليون يمتلكـون إلا أسـلحة حجريـة وخشبية ولا يمتلكون حيوانات يمكن ركوبها. أدت هذه المزايا العسكرية إلى تكرار تمكن قوات من عشرات قليلة من الإسبان الراكبين من هزيمة جيوش هندية يصـل عددها إلى الآلاف.

ومع ذلك، لم تكن السيوف الحديدية، والمدافع، والخيل هى العوامل القريبـة الوحيدة وراء الفتح الأوروبى للعالم الجديد. دخلت مع الأوروبيين أمراض معديـة مثل الجدرى والحصبة، انتشرت من إحدى القبائل الهندية للأخرى، متقدمـة علـى الأوروبيين أنفسهم بمسافة بعيدة، وقتلت ما يقدر بأنه ٩٥ فى المائة مـن السـكان الهنود للعالم الجديد. كانت هذه الأمراض متوطنـة فـى أوروبـا، وكـان لـدى الأوروبيين الوقت الكافى لأن ينموا مقاومة وراثية وكذلك مقاومـة مناعيـة لهـذه الأمراض، أما الهنود فلم يكن لديهم بداية هذه المقاومة. وهذا الدور الـذى لعبتـه الأمراض المعدية فى الفتح الأوروبى للعالم الجديد، حدث على نحو مضاعف فـى أجزاء أخرى كثيرة من العالم، من بينها أستراليا الأبوريجينية، وأفريقيا الجنوبيـة، والكثير من جزر الهادى.

وأخيرا، لا تزال هناك مجموعة أخرى من العوامل القريبة لننظر فى أمرها. كيف تأتى أن وصل بيزارو وكورتيز بأى حال إلى العالم الجديد، قبـل أن يـتمكن فاتحون من الأزتيك والإنكا من الوصول إلى أوروبا؟ تعتمد هذه النتيجة فى جـزء

منها على التكنولوجيا، فى شكل السفن العابرة للمحيطات. امتلك الأوروبيون سفنا من هذا النوع، بينما لم يمتلكها الأزتيك والإنكا. كذلك فإن السفن الأوروبية كانت مدعومة بالتنظيم السياسى المركزى الذى مكن إسبانيا وغيرها من البلاد الأوروبية من بناء هذه السفن وتجهيزها بالأفراد. وهناك ما يماثل ذلك حسما وهو دور الكتابة الأوروبية فى إتاحة الانتشار السريع للمعلومات التفصيلية الدقيقة بما فى ذلك الخرائط، وتوجيهات الملاحة، وما سجله المستكشفون الأوائل عند العودة لأوروبا لحفز المستكشفين اللاحقين.

قد حددنا حتى الآن سلسلة من العوامل القريبة وراء استعمار الأوروبيين للعالم الجديد: وهى السفن، والتنظيم السياسى، والكتابة، وكلها قد أتت بالأوروبيين إلى العالم الجديد؛ وهناك الجراثيم الأوروبية التى قتلت معظم الهنود قبل أن يتمكنوا من الوصول إلى ميدان المعركة؛ والمدافع، والسيوف الحديدية، والخيل، وكلها أعطت للأوروبيين ميزة كبرى فى ميدان المعركة. دعنا الآن نحاول أن ندفع سلسلة الأسباب لما هو أبعد وراء. لماذا حدث أن هذه المزايا القريبة ذهبت إلى العالم القديم بدلا من أن تذهب إلى العالم الجديد؟ كان من الممكن نظريا أن يكون الأمريكيون المحليون هم الذين يطورون أولا السيوف الحديدية والمدافع، ويطورون أولا السفن العابرة للمحيط، والإمبراطوريات، والكتابة، ويمتطون حيوانات داجنة أكثر إرهابا من الخيل، ويحملون جراثيم أسوأ من الجدرى.

الجزء الأسهل فى الإجابة عنه من هذا السؤال يختص بالأسباب فى أن أوراسيا قد طورت أسوأ الجراثيم. من العجيب أن الأمريكيين المحليين لم يطوروا أى أمراض وبائية مهلكة ليصيبوا بها الأوروبيين، وذلك فى مقابل الأمراض الوبائية المهلكة التى تلقاها الهنود من العالم القديم. هناك سببان مباشران لهذا اللاتوازن الضخم: أولا، معظم أمراضنا الوبائية المألوفة لا تستطيع أن تبقى مستمرة إلا فى وجود مجموعات سكانية بشرية كبيرة كثيفة تتركز فى القرى أو المدن، التى نشأت فى العالم القديم فى زمن أقدم كثيرا مما فى العالم الجديد. وثانيا، أظهرت الدراسات الحديثة للميكروبات بواسطة علماء البيولوجيا الجزيئية أن معظم

الأمراض الوبائية البشرية قد تطورت من أمراض وبائية مماثلة بين الحيوانات الداجنة الموجودة في عشائر كثيفة في العالم القديم، والتي نتصل بها اتصالا حميما. وكمثال فإن وبائي الحصبة والسل تطورا عن أمراض في ماشيتنا، وتطورت الأنفلونزا عن مرض في الخنازير، وتطور الجدرى فيما يحتمل عن مرض في الجمال. ليس في الأمريكتين غير أنواع قليلة جدا من الحيوانات الداجنة المحلية التي يمكن أن يكتسب منها البشر أمراضا كهذه.

دعنا ندفع سلسلة الاستدلال خطوة أخرى للوراء. لماذا يوجد في أوراسيا أنواع من الحيوانات الداجنة أكثر كثيرا مما في الأمريكتين؟ تؤوى الأمريكتان ما يزيد عن ١٠٠٠ نوع من الثدييات البرية المحلية، وبالتالي ربما يفترض القارئ لأول وهلة أن الأمريكتين قدمتا كمية وافرة من المواد اللازمة لبدء التدجين. والحقيقة أنه لم يدجن بنجاح إلا جزء ضئيل من هذه الأنواع الثديية البرية، لأن التدجين يتطلب أن يفي الحيوان البرى بالكثير من الشروط. يجب أن يكون للحيوان غذاء يستطيع البشر توفيره، وأن يكون له معدل نمو سريع، وأن يكون راغبا في التوالد في الأسر، وأن تكون له نزعة لأن يكون طيعا، وبنية اجتماعية تتضمن سلوكا مذعنا تجاه المسيطرين من الحيوانات والبشر، وألا يكون لديه نزوع للرعب عندما يحاط بسياج. قام البشر منذ آلاف السنين بتدجين كل ما يمكن من الأنواع الثديية البرية الكبيرة التي تفي بكل هذه المعايير وتستحق تدجينها، ونتج عن ذلك أنه لم يعد هناك في الأزمنة الحديثة أي إضافة لها قيمتها للحيوانات الداجنة، وذلك على الرغم من جهود العلم الحديث.

انتهت أوراسيا بالتوصل إلى أكبر عدد من أنواع الحيوانات الداجنة وذلك في جزء منه بسبب أنها أكبر كتلة أرضية في العالم وتقدم منذ البداية أكبر عدد من الأنواع المتوحشة. هذا الاختلاف الموجود من قبل تم تضخيمه منذ ١٣٠٠٠ سنة عند نهاية آخر عصر جليدى، وذلك عندما حدث أن انقرضت معظم الأنواع الثديية الكبيرة في أمريكا الشمالية والجنوبية، وربما بدأ القضاء عليها على يد أول الهنود الوافدين. ونتيجة ذلك أن ورث الأمريكيون المحليون الأنواع الثديية البرية كبيرة

الحجم بأعداد أقل كثيرا مما ورثه الأوراسيون، بحيث لم يصبح مدجنا لديهم إلا اللاما[١٢] والألباكة[١٣]. هناك اختلافات بين العالم الجديد والعالم القديم فى النباتات الداجنة وخاصة فى الحبوب ذات البذور الكبيرة، وهى اختلافات تماثل نوعيا تلك الاختلافات بين الثدييات الداجنة، وإن لم يكن الفارق بالغ التطرف هكذا.

أحد الأسباب الأخرى لوجود تنوع محلى أكبر للنباتات والحيوانات الداجنة فى أوراسيا، أن محور أوراسيا الرئيسى يمتد فى اتجاه الشرق/الغرب، بينما المحور الرئيسى للأمريكتين هو باتجاه الشمال/الجنوب. يعنى وجود محور أوراسيا فى اتجاه الشرق/الغرب أن الأنواع التى تدجن فى أحد أجزاء أوراسيا تستطيع بسهولة أن تنتشر لآلاف الأميال عند خط العرض نفسه، حيث تلقى نفس المناخ وطول النهار اللذين تكيفت معهما من قبل. ونتج عن ذلك أن الدجاج والموالح التى دجنت فى جنوب شرق آسيا قد انتشرت سريعا متجهة غربا إلى أوروبا؛ أما الخيل التى دجنت فى أوكرانيا فقد انتشرت سريعا متجهة شرقا إلى الصين؛ كذلك فإن ما دجن فى الهلال الخصيب من غنم، وماعز، وماشية، وقمح، وشعير، كلها انتشرت سريعا إلى الغرب والشرق معا. وعلى عكس ذلك فإن محور الشمال/الجنوب للأمريكتين يعنى أن الأنواع التى تدجن فى إحدى المّناطق لا تستطيع أن تنتشر بعيدا حيث ستلاقى مناخات وأطوال نهار لم تتكيف معها. ونتج عن ذلك أن الديك الرومى لم ينتشر قط من موقع تدجينه فى المكسيك إلى الأنديز؛ وأن اللاما والألباكة لم تنتشر قط فى الأنديز إلى المكسيك، بحيث ظلت الحضارات الهندية فى أمريكا الوسطى والشمالية وهى ليس لديها مطلقا حيوانات حمل؛ واستغرق الأمر آلاف السنين حتى يمكن تعديل الذرة التى تطورت فى مناخ المكسيك لتصبح ذرة متكيفة لموسم النمو القصير ولطول النهار الذى يتغير موسميا فى أمريكا الشمالية.

ترجع أهمية نباتات وحيوانات أوراسيا المدجنة لأسباب عديدة أخرى إلى جانب ما أتاحته للأوروبيين من تنمية جراثيم شريرة. تعطى النباتات والحيوانات

---

(١٢) اللاما: حيوان ثديى فى أمريكا الجنوبية داجن ومجتر ويشبه الجمل، يستخدم فى نقل الأحمال، وصنع الصوف. (المترجم)

(١٣) الألباكة: حيوان ثديى فى أمريكا الجنوبية يشبه اللاما وله صوف ناعم طويل. (المترجم)

الداجنة محصولا من السعرات الحرارية لكل آكر[14] أكبر كثيرا مما تعطيه مواطن البيئة البرية حيث تكون معظم الأنواع فيها غير صالحة لأكل البشر. وينتج عن ذلك أن الكثافة السكانية للمزارعين والرعاة تكون نمطيا أكبر مما عند الصيادين/ جامعي الثمار بما يصل إلى ما بين ١٠ إلى ١٠٠ مثل. تفسر لنا هذه الحقيقة وحدها السبب فى أن المزارعين والرعاة فى كل مكان من العالم قد تمكنوا من أن يطردوا الصيادين/ جامعي الثمار بعيدا عن الأرض المناسبة للزراعة والرعي. أدت الحيوانات الداجنة إلى تثوير النقل فى الأرض. كما أنها ثورت أيضا من الزراعة، بأن أتاحت للمزارع أن يحرث وأن يسمد أرضا قدرها أكبر كثيرا مما كان يستطيعه بجهوده الخاصة. كذلك فإن مجتمعات الصيادين/جامعي الثمار تنحو إلى المساواة وإلى ألا يكون لها تنظيم سياسى يتجاوز مستوى العصبة أو القبيلة، فى حن أن وجود فوائض وتخزين للطعام، وهما أمران جعلتهما الزراعة ممكنين، قد أتاح تطوير مجتمعات فى طبقات، ولها مركزية سياسية ونخبة حاكمة. كما أن فوائض الطعام هذه قد عجلت من تطوير التكنولوجيا، بأن كفلت عيش الحرفيين الذين لا يزرعون طعامهم الخاص واستطاعوا بدلا من ذلك أن يكرسوا أنفسهم لتطوير التعدين، والكتابة، والسيوف، والمدافع.

هكذا بدأنا بتعيين سلسلة من التفسيرات القريبة - المدافع، والجراثيم وما إلى ذلك - عن فتح الأوروبيين للأمريكتين. فيما يبدو لى، فإن هذه العوامل القريبة يمكن فى النهاية إرجاع جزء كبير منها إلى ما يوجد فى العالم القديم من عدد أكبر من النباتات الداجنة، وعدد أكبر كثيرا من الحيوانات الداجنة، وما يوجد من محور اتجاهه الشرق/الغرب. هذه السلسلة من الأسباب تعد أسبابا مباشرة لأقصى حد فى تفسيرها لما عند العالم القديم من المزايا فى الخيل والجراثيم الشريرة. على أن النباتات والحيوانات الداجنة أدت أيضا على نحو يزيد اتصافه بأنه غير مباشر، إلى تميز أوراسيا بالمدافع، والسيوف، والسفن عابرة المحيط، والتنظيم السياسى، والكتابة، وكلها منتجات لمجتمعات كبيرة وكثيفة ومستقرة وذات طبقات، مجتمعات جعلتها الزراعة ممكنة.

---

(١٤) الأكر: وحدة قياس لمساحة الأرض تقرب من الفدان المصرى "أربعة آلاف متر مربع". (المترجم)

دعنا بعد ذلك نفحص ما إذا كانت هـذه الخطـة المستقاة مـن اصـطدام الأوروبيين بالأمريكيين المحليين ستفيدنا فى فهم النمط الأوسع للتاريخ الأفريقـى، الذى سألخصه فى خمس دقائق. سوف أركز على تاريخ أفريقيا ما تحت الصحراء، لأنها كانت معزولة عن أوراسيا ببعد المسافة والمناخ انعزالا أكبر كثيرا من شمال أفريقيا الذى يرتبط تاريخه ارتباطا وثيقا بتاريخ أوراسيا. ها نحن ننطلق ثانية:

سبق أن سألنا عن السبب فى أن كورتيز قد غزا المكسيك قبـل أن يسـتطيع مونتزوما أن يغزو أوروبا، ونستطيع بمثل ذلك تماما أن نسأل عن السـبب فـى أن الأوروبيين قد استعمروا أفريقيا ما تحت الصحراء قبل أن يستطيع سكان مـا تحـت الصحراء استعمار أوروبا. كانت العوامل القريبة هى العوامل المألوفة نفسـها مـن البنادق، والصلب، والسفن عابرة المحيط، والتنظـيم السياسـى، والكتابـة. ولكننـا نستطيع أن نسأل مرة ثانية عن السبب فى أن المدافع والسفن وما إلى ذلك قد انتهـت إلى أن تتطور فى أوروبا بدلا من أفريقيا ما تحت الصحراء. سيكون هـذا السـؤال محيرا بالذات بالنسبة لمن يدرس التطور البشرى، لأن البشر ظلوا يتطـورون فـى أفريقيا لزمن أطول مما فى أوروبا بملايـين السـنين، بـل وربمـا حتـى يكـون الهوموسابينز الحديث تشريحيا قد وصل إلى أوروبا قادما من أفريقيـا خـلال آخـر خمسين ألف سنة لا غير. لو كان الزمن عاملا حاسما فى تطور المجتمعات البشرية لكان ينبغى لأفريقيا أن تنعم بفارق هائل من البداية المبكرة والتميز على أوروبا.

مرة أخرى نجد أن النتيجة تعكس اختلافات بيوجغرافية من حيث مـا هـو متاح من أنواع الحيوانات والنباتات البرية القابلة للتدجين. إذا أخذنا أولا الحيوانات الداجنة، سنجد أن من المذهل أن الحيوان الوحيد الذى دجن فى أفريقيا مـا تحـت الصحراء هو طير الدجاج الحبشى (الغرغر). أما كـل ثـدييات أفريقيـا الداجنـة – الماشية، والأغنام، والماعز، والخيل بل وحتى الكلاب – كلها دخلت أفريقيا مـا تحت الصحراء من الشمال، من أوراسيا أو من شمال أفريقيا. يبـدو الأمـر لأول وهلة مدهشا، لأننا الآن نفكر فى أفريقيا على أنها قارة الثدييات البريـة الكبيـرة. والحقيقة أنه قد ثبت أنه لا يوجد أى نوع من تلك الأنواع الشـهيرة مـن ثـدييات

أفريقيا البرية الضخمة قابل للتدجين. فكلها لاتصلح لذلك بسبب إحدى المشاكل أو الأخرى، مثل وجود تنظيم اجتماعي غير ملائم، والسلوك الذى لا يقبل أن يكون طيعا، ومعدل النمو البطيء، وما إلى ذلك. وليفكر القارئ فحسب فيما كان يحتمل أن يصير إليه مسار تاريخ العالم لو أن خراتيت أفريقيا وأفراس نهرها سلمت أنفسها للتدجين! لو كان هذا فى الإمكان، لأدى إلى أن يتمكن الفرسان الأفريقيون الذين يمتطون الخراتيت أو أفراس النهر من فرم لحوم الفرسان الأوروبيين الذين يمتطون الخيل. ولكن هذا ما كان يمكن له أن يحدث.

وبدلا من ذلك نجد كما ذكرت أن الحيوانات الداجنة التى اتخذتها أفريقيا كانت أنواعا أوراسية أتت لأفريقيا من الشمال. يتجه محور أفريقيا الرأسى مثله مثل الأمريكتين فى اتجاه الشمال /الجنوب بدلا من الشرق/الغرب. هكذا فإن تلك الثدييات الداجنة الأوراسية انتشرت ببطء شديد جدا فى أفريقيا متجهة للجنوب، ذلك أنها كان عليها أن تتكيف مع مناطق مناخية مختلفة ومع أمراض حيوانية مختلفة.

يفرض محور الشمال /الجنوب صعوبات على انتشار الأنواع الداجنة هى بالنسبة للمحاصيل الأفريقية أكثر إذهالا مما بالنسبة للحيوانات الداجنة. دعنا نتذكر أن مصادر الغذاء فى مصر القديمة كانت محاصيل الهلال الخصيب والبحر المتوسط مثل القمح والشعير، وهى محاصيل تتطلب أمطارا شتوية وتغيرات موسمية فى طول النهار ليتم إنباتها. لم تتمكن هذه المحاصيل من الانتشار جنوبا فى أفريقيا بما يتجاوز الحبشة، حيث الأمطار بعدها تأتى فى الصيف، ولا يوجد إلا القليل من التغير الموسمى فى طول النهار أو أنه لا يتغير مطلقا. وهكذا نجد بدلا من ذلك أنه أصبح على تطور الزراعة فيما تحت الصحراء أن ينتظر حدوث التدجين لأنواع النباتات الأفريقية المحلية مثل السرغوم والدخن[١٥] التى تكيفت مع ما فى أفريقيا الوسطى من أمطار صيفية وطول ثابت نسبيا للنهار. ومما يثير السخرية، أن هذه المحاصيل لأفريقيا الوسطى كانت للسبب نفسه غير قادرة على الانتشار جنوبا إلى منطقة البحر المتوسط فى جنوب أفريقيا، حيث نجد مرة أخرى

---

(١٥) السرغوم نبات كالذرة له عصارة سكرية، والدخن من نباتات الحبوب. (المترجم)

أن ما يسود هناك هو الأمطار الشتوية والتغيرات الموسمية الكبيرة في طول النهار. وهكذا فإن تقدم المزارعين الأفريقيين المحليين جنوبا ومعهم محاصيل أفريقيا الوسطى قد توقف فى ناتال، حيث لا تستطيع محاصيل أفريقيا الوسطى أن تنمو فيما بعدها، وكان لهذا نتائج هائلة بالنسبة للتاريخ الحديث لأفريقيا الجنوبية.

وباختصار فإن وجود محور الشمال /الجنوب هو ونـدرة أنـواع النبـات والحيوان البرية الملائمة للتدجين كان لهما تأثيرهما الحاسم فى التاريخ الأفريقـي، بمثل ما كان لهما فى التاريخ الأمريكى المحلى. وعلى الرغم مـن أن الأفـريقيين المحليين قد دجنوا بعض النباتات فى منطقة "الساحل" وفى الحبشة، وغرب أفريقيـا الاستوائى، فإنهم لم يحصلوا على حيوانات داجنة لهـا قيمتهـا إلا لاحقـا، ومـن الشمال. نتج عن ذلك ما للأوروبيين من تميز فـي المـدافع، والسـفن، والتنظـيم السياسى، والكتابة، وهى مزايا أتاحت للأوروبيـين اسـتعمار أفريقيـا ولـيس أن يستعمر الأفريقيون أوروبا.

دعنا الآن نختتم جولتنا العاصفة حول كوكبنا بأن نكـرس دقيقتـين للقـارة الأخيرة، وهى أستراليا. ها نحن ننطلق ثانية للمرة الأخيرة:

كانت أستراليا فى الأزمنة الحديثة القارة الوحيـدة التـي مـازال يسـكنها صيادون/جامعو ثمار. وهذا يجعل من أستراليا اختبارا حرجا لأى نظريـة حـول الاختلافات القارية فى تطور المجتمعات البشرية. لم يكن لدى أستراليا المحليـة أى مزارعين أو رعاة، ولا أى كتابة، أو أدوات معدنية، ولا أى تنظيم سياسى يتجاوز مستوى القبيلة أو العصبة. وهذه ولا ريب هى الأسباب فى أن المـدافع والجـرائم الأوروبية قد دمرت المجتمع الأبورجينى الأسترالى. ولكن ما السبب فـي أن كـل الأستراليين المحليين بقوا من الصيادين/جامعى الثمار؟

هناك ثلاثة أسباب واضحة. الأول، أنه حتى يومنا هذا لم يثبـت وجـود أى نوع من الحيوانات الأسترالية المحلية ملائم للتدجين، ولم يثبت بالنسبة للنباتـات إلا وجود نوع واحد ملائم هو (جوز ماكاداميا). ولا يوجـد حتـي الآن أى كـانجرو مدجن.

والسبب الثانى، أن أستراليا هى أصغر قارة، وهى فى معظمها لا تستطيع أن تعيل إلا عددا صغيرا من السكان البشر بسبب قلة سقوط المطر وقلة الإنتاجية. وبالتالى فإن العدد الإجمالى للصيادين/جامعى الثمار الأستراليين كان فقط ما يقرب من ٣٠٠٠٠٠.

وأخيرا فإن أستراليا هى القارة الأكثر انعزالا. لم يكن هناك اتصالات خارجية للأستراليين الأبورجينيين إلا اتصالات واهية عبر الماء مع سكان غينيا الجديدة والأندونيسيين.

حتى تكون لدينا فكرة عن أهمية صغر عدد السكان والعزلة فى معدل التطور فى أستراليا، هيا ننظر أمر جزيرة تسمانيا الأسترالية، التى يوجد فيها مجتمع بشرى هو الأكثر غرابة فى العالم الحديث. تسمانيا جزيرة ذات حجم متواضع، ولكنها كانت أقصى نقطة خارجية لأقصى القارات تطرفا فى بعدها، وتسمانيا تلقى ضوءا كاشفا على قضية كبيرة فى تطور كل المجتمعات البشرية. تقع تسمانيا على بعد ١٣٠ ميلا جنوب شرق أستراليا. عندما زارها الأوروبيون لأول مرة فى ١٦٤٢، كانت تسمانيا يشغلها ٤٠٠٠ من الصيادين /جامعى الثمار الذين لهم صلة قرابة بالأستراليين فى البر الرئيسى، ولكنهم لديهم أبسط تكنولوجيا لدى أى شعب حديث فوق كوكب الأرض. وعلى عكس الأستراليين الأبورجينيين فى البر الرئيسى، نجد أن التسمانيين كانوا لا يستطيعون إشعال نار؛ وليس لديهم "بوميرانج"[١٦]، أو قاذفات للرماح، أو دروع، وليس عندهم أدوات من العظام، ولا أدوات حجرية تخصصية، وليس لديهم أدوات معقدة مثل رأس فأس مثبتة على مقبض؛ وهم لا يستطيعون قطع شجرة لإسقاطها ولا أن يجوفوا قارب كانو من الخشب؛ وكان ينقصهم الخياطة لصنع ملابس مخيطة، وذلك على الرغم من مناخ تسمانيا الشتوى البارد الذى يصحبه الثلج؛ ومما لا يمكن أن يصدق أن التسمانيين على الرغم من أنهم يعيشون فى معظمهم على ساحل البحر، فإنهم لا يستطيعون صيد السمك أو أكله. كيف نشأت كل هذه الفجوات الهائلة فى مادة نسيج الثقافة التسمانية؟

---

(١٦) البوميرانج قطعة خشب ملوية لرشق الأهداف ومنها نوع يرتد إلى راميه. (المترجم)

تنبع الإجابة من حقيقة أن تسمانيا كانت فيما مضى متحدة بالمنطقة الجنوبية من البر الرئيسي الأسترالي عند الأزمنة البليستوسينية(١٧) التي كان مستوى البحر فيها منخفضا، ثم قطع هذا الجسر الأرضي بارتفاع مستوى البحر منذ ١٠٠٠٠ سنة. انطلق الناس إلى تسمانيا منذ عشرات الآلاف من السنين عندما كانت لا تزال جزءا من أستراليا. وما إن قطع ذلك الجسر الأرضي حتى انقطع تماما أي اتصال للتسمانيين بعد ذلك مع الأستراليين في البر الرئيسي أو مع أي شعب آخر فوق كوكب الأرض حتى وصل الأوروبيون في ١٦٤٢، وسبب ذلك أن التسمانيين والأستراليين في البر الرئيسي كانوا معا تنقصهم الحرفية المائية التي لها القدرة على اجتياز ذلك المضيق الذي لايتجاوز ١٣٠ ميلا بين تسمانيا وأستراليا. التاريخ التسماني هو هكذا دراسة لحالة انعزال بشري غير مسبوقة إلا في روايات الخيال العلمي، ذلك أنه انعزال كامل عن البشر الآخرين استمر لعشرة آلاف سنة. تسمانيا لديها أصغر عدد سكان وأكثرهم انعزالا في العالم. إذا كان هناك أي تأثير لحجم السكان وانعزالهم في مدى تراكم الاختراعات، ينبغي أن نتوقع أن نرى هذا التأثير في تسمانيا.

إذا كانت كل تلك التكنولوجيات التي ذكرتها سابقا غائبة عن تسمانيا ولكنها موجودة على البر الرئيسي الأسترالي المقابل لها، وقد اخترعها الأستراليون خلال آخر عشرة آلاف عام، فإننا نستطيع بكل تأكيد أن نستنتج على الأقل أن هذا العدد الضئيل من سكان تسمانيا لم يخترعوها على نحو مستقل. بل إن سجل الآثار يبرهن على نحو مذهل على شيء أبعد من ذلك: نبذ التسمانيون بالفعل بعض التكنولوجيات التي جلبوها معهم من أستراليا والتي ظلت باقية على البر الرئيسي الأسترالي. من ذلك مثلا أن الأدوات المصنوعة من العظام هي وممارسة صيد السمك كانا موجودين معا في تسمانيا في الوقت الذي قطع فيه الجسر الأرضي، وهما معا قد اختفيا من تسمانيا حوالي ١٥٠٠ ق. م. يمثل هذا خسارة تكنولوجيات لها قيمتها: كان يمكن حفظ السمك بالتدخين لتوفير مئونة الطعام في الشتاء، وكان يمكن أن تستخدم الآن إبر من العظام لحياكة ملابس دافئة.

---

(١٧) عصر البليستوسين: سادس عصور حقب الحياة الحديثة وانقرضت في أثنائه الثدييات العظيمة وبزغ فجر الثقافة الفكرية والصناعية. وقد بدأ منذ حوالي مليون سنة. (المترجم)

أى معنى يمكن أن تفهمه من هذه الخسائر الثقافية؟

التفسير الوحيد الذى يمكن أن يكون له معنى عندى هو كالتالى: أولا، التكنولوجيا إما أنها مما يجب أن يخترع، أو أنها يجب أن تتخذ. تختلف المجتمعات البشرية فى الكثير من العوامل المستقلة التى تؤثر فى تفتحها للابتكار. كلما زاد السكان البشر وزادت المجتمعات الموجودة فوق إحدى الجزر أو القارات، زادت فرصة أن يتم تصور أى اختراع بعينه وأن يتم اتخاذه فى بعض مكان هناك.

ثانيا، سنجد بالنسبة لكل المجتمعات البشرية، فيما عدا مجتمعات تسمانيا المعزولة عزلا كاملا، أن معظم الابتكارات التكنولوجية تنتشر من الخارج للداخل بدلا من أن يتم اختراعها محليا، وبالتالى فإن المرء يتوقع أن يجرى تطور التكنولوجيا بمعدل أكثر سرعة فى المجتمعات التى ترتبط ارتباطا أوثق بالمجتمعات الخارجية.

وأخيرا فإن التكنولوجيا لايقتصر أمرها على أنها يجب اتخاذها، وإنما يجب أيضا الحفاظ عليها. تمر كل المجتمعات البشرية بفترات صرعات يحدث فيها مؤقتا أنها إما أن تتخذ ممارسات قليلة النفع أو أن تنبذ ممارسات لها نفع مهم. وكلما بزغ تابو من هذا النوع غير المعقول اقتصاديا فى منطقة يوجد بها مجتمعات بشرية كثيرة متنافسة، فإن بعض هذه المجتمعات فقط سوف يتخذ هذا التابو فى وقت معين. أما المجتمعات الأخرى فسوف تحتفظ بالممارسات المفيدة وإما أنها ستتفوق فى منافسة وطرد المجتمعات التى خسرت هذه الممارسات، أو أنها ستظل موجودة هناك كنموذج للمجتمعات ذات التابوهات لتتحسر على خطئها وتعيد اكتساب هذه الممارسات. لو كان التسمانيون قد بقوا متصلين بالأستراليين فى البر الرئيسى، لأمكنهم أن يعيدوا اكتشاف ما خسروه من قيمة وتكنيكات صيد السمك وصنع الأدوات من العظام. ولكن هذا ما كان يمكن أن يحدث مع الانعزال التام لتسمانيا، حيث أصبحت الخسائر الثقافية لا عكوسية.

وباختصار فإن رسالة مايوجد من اختلافات بين المجتمعات التسمانية ومجتمعات البر الرئيسى الأسترالية هى فيما يبدو كالتالى: عندما تتساوى كل

العوامل الأخرى يكون معدل الاختراع البشرى أسرع، ومعدل الخسائر الثقافية أبطأ فى المناطق التى تشغلها مجتمعات كثيرة متنافسة ويكون فيها أفراد كثيرون وتكون على اتصال بالمجتمعات التى فى أماكن أخرى. إذا كان هذا التفسير صحيحا، فإن من المرجح أن تكون له أهمية أوسع كثيرا. فهو فيما يحتمل يوفر جزءا من تفسير السبب فى أن الأستراليين المحليين، الموجودين على أصغر قارة فى العالم وأكثرها انعزالا، بقوا وهم يعيشون كصيادين/جامعى ثمار من العصر الحجرى، فى حين أن شعوب القارات الأخرى كانوا يتخذون لأنفسهم الزراعة والمعادن. ومن المرجح أيضا أن هذا التفسير يسهم فى الاختلافات التى سبق أن ناقشتها والتى توجد بين مزارعى أفريقيا ما تحت الصحراء، والمزارعين فى الأمريكتين الأكبر حجما بكثير، ومزارعى أوراسيا التى تظل هى الأكبر.

من الطبيعى أنه توجد عوامل مهمة كثيرة فى تاريخ العالم لم يكن لدى الوقت الكافى لتناولها باستفاضة. وعلى سبيل المثال لم أذكر إلا القليل، أو لم أذكر شيئا، عن توزيع النباتات الداجنة؛ وعن الطريقة الدقيقة التى تعتمد بها المؤسسات السياسية المعقدة على الزراعة والرعى، أو التى يعتمد بها تطوير الكتابة والتكنولوجيا والعقيدة المنظمة على الزراعة والرعى؛ وعن الأسباب الرائعة للاختلافات داخل أوراسيا بين الصين والهند، والشرق الأدنى، وأوروبا؛ وعن التأثير فى التاريخ بواسطة الأفراد وبواسطة الاختلافات الثقافية التى لا تتعلق بالبيئة. على أنه قد حان الآن الوقت لأن ألخص المعنى العام لهذه الجولة العاصفة خلال تاريخ الإنسان، مع ما فيه من عدم المساواة فى توزيع المدافع والجراثيم.

النمط الأعرض للتاريخ - أى ما يوجد من اختلافات بين المجتمعات البشرية فوق القارات المختلفة - هو فيما يبدو لى مما يمكن إرجاعه إلى الاختلافات بين بيئات القارات وليس إلى اختلافات بيولوجية بين الناس أنفسهم. ونجد بوجه خاص، أن مدى إتاحة أنواع النباتات والحيوانات البرية الملائمة للتدجين والسهولة التى يمكن بها لهذه الأنواع أن تنتشر دون أن تواجه مناخات غير ملائمة، هذا كله أسهم إسهاما حاسما فى اختلاف معدلات نهضة الزراعة

والرعى؛ وهذا بدوره أسهم إسهاما حاسما فى تزايد عدد السكان البشر، وكثافة السكان، وفائض الطعام؛ وهذا بدوره أسهم إسهاما حاسما فى تطور أوبئة الأمراض المعدية، والكتابة، والتكنولوجيا، والتنظيم لسياسى. وبالإضافة، فإن تاريخى تسمانيا وأستراليا ينبهاننا إلى أن وجود المناطق المختلفة وانعزال القارات، بما يؤديان إليه من تعيين عدد المجتمعات المتنافسة، قد يكون فيهما عامل مهم آخر فى تطور البشر.

وبصفتى بيولوجى يمارس علما معمليا تجريبيا، فإنى أدرك أن بعض العلماء قد ينحون إلى رفض هذه التفسيرات التاريخية باعتبارها تخمينات لاتقبل الإثبات لأنها لا تتأسس على تجارب معملية تقبل التكرار. ومن الممكن أن يثار هذا الاعتراض نفسه إزاء أى من العلوم التاريخية، بما فى ذلك علم الفلك، والبيولوجيا التطورية، والجيولوجيا، والباليونتولوجيا[١٨]. ولا ريب أن هذا الاعتراض يمكن أن يثار إزاء كل مجال التاريخ ومعظم العلوم الاجتماعية الأخرى. وهذا هو السبب فى إحساسنا بالضيق حول اعتبار التاريخ واحدا من العلوم. يصنف التاريخ كعلم اجتماعى، وهذا يعتبر أنه ليس علميا تماما. ولكن دعنا نتذكر أن كلمة "علم" ليست مستقاة من الكلمة للاتينية التى تعنى "تجربة معملية قابلة للتكرار" ولكنها مستقاة من الكلمة اللاتينية Scientia التى تعنى "المعرفة". نحن فى العلم نلتمس المعرفة بأى من المنهجيات المتاحة المناسبة. هناك مجالات كثيرة لا يتردد أحد فى اعتبار أنها من العلوم، حتى وإن كانت التجارب المعملية القابلة للتكرار تعد فى هذه المجالات غير أخلاقية، أو غير قانونية، أو مستحيلة. نحن لا نستطيع أن نبدأ وننهى عصور الجليد؛ ونحن لا نستطيع إجراء تجارب بتصميم وتطوير الديناصورات. ومع ذلك مازال فى استطاعتنا أن نكتسب قدرا مهما من نفاذ البصيرة فى هذه المجالات التاريخية باستخدام وسائل أخرى. وإذن، فإننا فيما ينبغى نستطيع ولا ريب أن نفهم التاريخ البشرى، لأن الاستبطان والكتابات المحفوظة تمنحنا نفاذ بصيرة بالنسبة للطرائق التى اتبعها البشر السالفون إلى حد أبعد كثيرا مما لدينا بالنسبة للطرائق

---

(١٨) الباليونتولوجيا: علم يبحث أشكال الحياة فى العصور الجيولوجية كما تتمثل فى الحفريات الحيوانية والنباتية. (المترجم)

التى اتبعتها الديناصورات السالفة. وأنا لهذا السبب متفائل بأننا سوف نستطيع فـــى النهاية أن نتوصل إلى تفسيرات مقنعة لهذه الأنماط الأعرض لتاريخ الإنسان.

فهم بيولوجي للطبيعة البشرية

ستيفن بنكر[١٩]

أعتقد أن هناك نظرية شبه عقائدية عن الطبيعة البشرية تسود بين سدنة العلم وبين المثقفين، وتشمل هذه النظرية افتراضات إمبريقية عن الطريقة التى يعمل بها العقل كما تشمل أيضا مجموعة من القيم تجعل الناس يتمسكون بهذه الافتراضات. لهذه النظرية ثلاثة أجزاء: الصفحة البيضاء؛ أى أننا ليس لدينا ما هو متأصل من المواهب أو الأمزجة لأن العقل يتشكل على نحو كلى بالبيئة (الوالدية، والثقافة، والمجتمع). والجزء الثانى هو أسطورة "المتوحش النبيل"؛ وهى أن الدوافع الشريرة ليست متأصلة فى الناس ولكنها تنشأ عن المؤسسات الاجتماعية المفسدة. والجزء الثالث هو "الشبح الموجود فى الماكينة"؛ وهو أن أهم جزء فينا هو على نحو ما مستقل عن بيولوجيتنا، بحيث إن قدرتنا على الحصول على الخبرات وصنع الخيارات لا يمكن تفسيرها بتركيبنا الفيزيولوجي ولا بتاريخنا التطورى.

---

(١٩) ستيفن بنكر باحث فى علم النفس، وهو أستاذ كرسى بيتر دى. فلورنز فى قسم علوم المخ والإدراك فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، ومؤلف "قابلية اللغة للتعلم وتنامى اللغة"؛ و"قابلية التعلم والإدراك"؛ و"غريزة اللغة"؛ و"كيف يعمل العقل"؛ و"كلمات وقواعد"؛ و"الصفحة البيضاء: الإنكار الحديث للطبيعة البشرية".

ما السبب فى أن الأسئلة الإمبريقية عن طريقة عمل العقل قد قلت أهميتها هكذا فى محتوى النظريات السياسية والأخلاقية والانفعالية؟ لماذا يعتقد الناس أن هناك تضمينات خطرة فى فكرة أن العقل نتاج المخ، وأن المخ ينتظم جزئيا بواسطة الجينوم، وأن الجينوم قد شكله الانتخاب الطبيعي؟ قوبلت هذه الأفكار بمظاهرات، وإعلانات شجب، وإضرابات، ومقارنات بالنازية، سواء من اليمين أو اليسار. تؤثر هذه التفاعلات فى سلوك العلم يوما بيوم وكذلك فى تقدير الجمهور للعلم. ونحن عندما نستكشف التلوينات السياسية والأخلاقية للاكتشافات التى تبحث القوة الدافعة لأداء معين من السلوك أو التفكير... إلخ، فإننا نستطيع عندها أن يكون لدينا علم أكثر أمانة ووسط ثقافى أقل إثارة للخوف.

من الصعب أن نكتشف الحقيقة عندما تكون بعض الافتراضات بالفعل من نوع العربة التى تولد الكهرباء – لو أنك لمستها تموت. من الأمثلة الواضحة لذلك البحث فى الوالدية. أجرت مئات الدراسات قياسا لما يوجد من علاقات ارتباط بين ممارسات الوالدين والطريق الذى ينتهى إليه أطفالهم. وكمثل فإن الوالدين الذين يكثرون من التحدث إلى أطفالهم يكون لدى أولادهم مهارات لغوية أفضل، والوالدون الذين يستعملون الضرب بقسوة ينمو أطفالهم ليكونوا عنيفين، أما الوالدون الذين لا يكونوا جد مسيطرين ولا جد متساهلين فيكون لديهم أطفال متكيفون جيدا، وهلم جرا. معظم ما فى مهنة خبراء الوالدية والكثير مما فى السياسة الحكومية، يحول علاقات الارتباط هذه إلى نصائح للوالدين ويلقى بالمسئولية على الوالدين عندما لا ينتهى الأمر بالأطفال إلى أن يكونوا كما يحبون لهم. إلا أن وجود علاقة ارتباط لا يدل على علاقة سببية. الوالدون يزودون أطفالهم بالجينات وكذلك أيضا بالبيئة، وهكذا فإن حقيقة أن الوالدين الثرثارين يكون أطفالهم بمهارات لغوية جيدة يمكن أن تعنى ببساطة أن الجينات نفسها التى جعلت الوالدين ثرثارين تجعل أطفالهم واضحين فى التعبير. مالم نكرر هذه الدراسات على الأطفال المتبنين، الذين لا يحصلون على جيناتهم من الناس الذين يربونهم، فإننا لن نعرف قبل ذلك ما إذا كانت علاقات الارتباط تعكس تأثير الوالدية، أو تعكس تأثير الجينات المشتركة، أو بعض مزيج من الاثنين. إلا أننا نجد أنه فى

معظم الحالات، يعتبر حتى مجرد الاحتمال بأن علاقات الارتباط تعكس جينات مشتركة وكأنه نوع من التابو. يعتبر علم نفس التنامى أن من سوء الأدب مجرد ذكر ذلك، ناهيك عن أن تختبره.

معظم المثقفين الآن لديهم رهاب من أى تفسير للعقل فيه استشهاد بالوراثيات. وهم يخشون أربعة أمور: أولها أن هناك خوفا من عدم المساواة. سبب الجاذبية العظيمة فى المبدأ القائل بأن العقل صفحة بيضاء هو الحقيقة الرياضية البسيطة التى تقول إن الصفر يساوى صفرا. عندما نبدأ جميعا كصفحة بيضاء، فإن أحدا لا يستطيع أن تكون لديه مادة مكتوبة على صفحته أكثر من أى فرد آخر. أما إذا كنا نأتى إلى العالم وقد وهبنا مجموعة ثرية من القدرات العقلية، فإن هذه القدرات يمكن أن تعمل بطرائق مختلفة بين الناس، فتكون أفضل عند بعض الناس من غيرهم. وما يخشى هنا هو أن ينفتح هكذا الباب للتمييز، أو الاضطهاد، أو تحسين النسل، أو حتى العبودية والإبادة العرقية. ولا ريب أن هذا كله ليس فيه ترتيب منطقى. وكما أوضح كتاب سياسيون كثيرون، فإن الالتزام بالمساواة السياسية ليس بالدعوى الإمبريقية بأن الناس نسائخ. وإنما هو دعوى أخلاقية بأننا فى دوائر معينة نحكم على الناس كأفراد ولا نأخذ فى الحسبان المتوسط الحسابى للمجموعات التى ينتمون إليها. كما أنه إدراك أيضا بأنه مهمًا كان ما قد يوجد من اختلاف كبير بين الناس إلا أن لديهم أشياء معينة مشتركة بفضل ما لهم من طبيعة بشرية مشتركة. لا أحد يود أن يهان أو يضطهد أو يستعبد أو أن يكون محروما. المساواة السياسية تتكون، كما يقول إعلان الاستقلال (الأمريكى)، من الإقرار بأن الناس لديهم حقوق معينة لا تقبل الإحالة للغير؛ وهى الحياة، والحرية، والسعى للسعادة. والإقرار بهذه الحقوق ليس هو الشىء نفسه مثل الاعتقاد بأن الناس لا يمكن تمييزهم أحدهم عن الآخر بأى وجه.

وثانى ما نخشاه هو الخوف من عدم القابلية للكمال. إذا كان الناس مثقلين فطريا بعبء من خطايا وأخطاء معينة، مثل الأنانية، والتحيز، وقصر النظر، وخداع النفس، فإن الإصلاح السياسى سيبدو عندها مجرد إهدار للوقت. لماذا نحاول عندها أن نجعل العالم مكانا أفضل، إذا كان الناس فاسدين حتى النخاع،

وسيفسدون الأمور لا غير مهما كان ما سنفعله؟ طالما حدث من الأفراد المتعاطفين مع السياسات الثورية الرومانسية بستينيات وسبعينيات القرن العشرين - التى وفدت منها المعارضة الأولى للبيولوجيا الاجتماعية - أنهم ثاروا غضبا للزعم بأن أوجه القصور فى الطبيعة البشرية ربما تقيد تنظيماتنا الاجتماعية. وهذه مرة أخرى محاجة خطأ. نحن نعرف أن من الممكن وجود تحسن اجتماعى لأننا نعرف أنه قد "ظل" يوجد تحسن اجتماعى، مثل انتهاء العبودية، والتعذيب، والعداوات الدموية، والاستبداد، وتملك النساء، فى الديمقراطيات الغربية. من الممكن أن يحدث التغير الاجتماعى حتى إذا كانت الطبيعة البشرية ثابتة، لأن العقل منظومة معقدة من أجزاء كثيرة. قد تكون لدينا دوافع تغرينا بأداء أشياء مروعة؛ ولدينا أيضا دوافع يمكن أن يكون مفعولها مضادا لذلك. ونحن نستطيع أن نكتشف طرائق لإثارة إحدى الرغبات البشرية ضد الأخرى وبالتالى نحسن من حالنا، وذلك بالطريقة نفسها التى نعالج بها أمر القوانين الفيزيائية والبيولوجية (بدلا من إنكار وجودها) حتى نحسن من حالتنا الفيزيقية. نحن نحارب المرض، ونحتمى من الجو، وننمى المزيد من المحاصيل، ونستطيع أن نتعامل هكذا مع تنظيماتنا الاجتماعية أيضا.

أحد الأمثلة الجيدة لذلك هى ابتكار الحكومة الديمقراطية. وكما يحاج ماديسون، فمع تأسيس الضوابط والتوازنات فى نظام سياسى، يكون لطموح أحد الأفراد مفعول مضاد لطموح الآخر. لا يعنى هذا أننا ربينا أو صنعنا بالتشارك الاجتماعى إنسانا جديدا خاليا من الطموح. وإنما نكون قد أنشأنا فحسب نظاما تبقى فيه هذه الطموحات محكومة.

أحد الأسباب الأخرى لكون الطبيعة البشرية ليست مما يستبعد التقدم الاجتماعى هو أن هناك معالم كثيرة من الطبيعة البشرية لها معلمات حرة. وقد أقر بذلك من زمن طويل فى حالة اللغة: بعض اللغات نستخدم صورة معكوسة لأنماط ترتيب العبارة الموجودة فى الإنجليزية ولكنها فيما عدا ذلك تعمل بالمنطق نفسه. وقد يكون لحسنا الأخلاقى معلم حر أيضا. يستطيع الناس فى كل الثقافات أن يحترموا ويتعاطفوا مع الناس الآخرين. والسؤال هو، مع "أى" أناس آخرين؟ قد

يكون وضع التخلف عن المشاركة فى حسنا الأخلاقى هو أن يقتصر تعاطفنا مع الغير على أعضاء عشيرتنا أو قريتنا الخاصة بنا. يحدث على مر التاريخ كله أن يجرى تكييف الواحد من المتعالين أو الوصوليين بحيث نأذن بإدخال جزء أكبر وأكبر من الإنسانية إلى دائرة الناس الذين نعتبر أن مصالحهم مماثلة لمصالحنا. ظلت الدائرة الأخلاقية تتسع من القرية أو العشيرة إلى القبيلة أو الدولة، واتسعت فى أحدث عصورنا لتشمل كل الإنسانية، كما فى الإعلان العالمى لحقوق الإنسان. هذه الملاحظة (وهى أصلا عن الفيلسوف بيتر سنجر) هى مثل على الطريقة التى يمكننا بها أن ننعم بالتحسينات الاجتماعية والتقدم الأخلاقى حتى وإن كنا مجهزين بقدرات محددة، طالما أن هذه القدرات تستطيع الاستجابة للمدخلات. فى حالة الحس الأخلاقى، فإن المدخلات المتعلقة بالأمر قد تكون وعيا عالميا بالتاريخ وقصص الشعوب الأخرى، التى تتيح لنا أن نمتد بأنفسنا داخل خبرات أناس ربما كانوا بغير ذلك سيعاملون كمعاقين أو أعداء.

ثالث ما نخشاه هو الخوف من الحتمية: الخوف من أننا لن نتمكن بعد من أن نلقى المسئولية على الأفراد بشأن سلوكهم لأنهم يستطيعون إلقاء مسئولية هذا السلوك على مخهم أو جيناتهم أو تاريخهم التطورى، حافز تطورى أو دفاع بالجين القاتل. هذا الخوف قد وضع فى غير موضعه وذلك لسببين. الأول أن أسخف الأعذار للسلوك السيئ هى فى الحقيقة ما يستشهد بالبيئة وليس البيولوجيا، ومثل ذلك عذر إساءة المعاملة الذى أنقذ الإخوة مينينديز من مأزقهم فى أول محاكمة لهم، والدفاع "بالغضب الأسود" الذى استخدم فى محاولة لتبرئة القاتل المحترف فى طريق ريدبلونج أيلاند، وهناك الدفاع بأن "الفن الإباحى هو الذى جعلنى أفعل ذلك" وهو الدفاع الذى يحاوله محامو المغتصبين. إذا كان هناك تهديد للمسئولية، فهو لا يأتى من الحتمية البيولوجية وإنما من "أى" نوع من الحتمية، بما فى ذلك التنشئة فى الطفولة، ووسائل الإعلام، والتكيف الاجتماعى. إلا أن أيا من هذه الأمور ينبغى ألا يؤخذ جديا. فحتى لو كان هناك أجزاء من المخ تجبر الناس على أداء أفعال لأسباب مختلفة، فإن هناك أجزاء أخرى من المخ تستجيب للظروف المشروطة القانونية والاجتماعية التى نسميها "إلزام الأفراد بالمسئولية عن

سلوكهم". وكمثل، لو أنى سرقت متجر خمر، سوف يلقى بى فى السجن، لو أنـــى خنت قرينتى، فإن أصدقائى وأقاربى وجيرانى سيعتقدون أنى جلف نذل ويرفضون أن تكون لهم أى علاقة بى. عندما نلزم الأفراد بالمسئولية عن أفعالهم، فنحن نطبق شروطا يمكن أن تؤثر فى أجزاء من المخ وتؤدى بالأفراد إلى كبت أفعـــال كـــان يمكن بغير ذلك أن ينفذوها. لا يوجد سبب يوجب علينا أن نوقف هذه الفاعلية التى تؤثر فى سلوك الناس – فعالية نظم الكبت بالمخ – لمجرد أننا على وشك أن نفهـــم المزيد عن نظم الإغراء.

الخوف الأخير هو الخوف من العدمية. إذا كان من المستطاع أن نبـــين أن كل دوافعنا وقيمنا هى نتاج فيزيولوجيا المخ، وهذه بدورها تشكلت بواسطة قـــوى التطور، وإذن (حسب هذا الخوف) فإن دوافعنا وقيمنا هذه ستكون مجـــرد أمـــور مزيفة، وليس فيها واقع موضوعى. فأنا لست من "الوجهة الواقعية" محبا لطفلـــى؛ وكل ما أفعله هو أنى أكاثر على نحو أنانى مـــن جينـــاتى. لـــن تكـــون الزهـــور والفراشات وأعمال الفن جميلة جمالا حقيقيا؛ لقد تطور مخـــى لا غيـــر ليعطينـــى إحساسا بالمتعة عندما يسقط نمط معين من الضوء على شبكيتى. الخوف هنا مـــن أن البيولوجيا ستبين الزيف فى كل ما نتمسك بقدسيته. يتأسس هذا الخـــوف علـــى الخلط بين طريقتين مختلفتين تماما فى تفسير السلوك. فما يسميه البيولوجيون بأنـــه تفسير "قريب" إنما يشير إلى ماله معنى بالنسبة لى، باعتبار ما أملكـــه مـــن مـــخ. وعلى عكس ذلك فإن التفسير "النهائى" يشير إلى العمليات التطورية التى أعطتنـــى مخا له القدرة على أن تكون له هذه الأفكار والمشاعر. نعـــم، فـــالتطور (التفســـير النهائى لعقولنا) عملية أنانية فيها قصر نظر، حيث يتم اختيار الجينات لقدرتها على تعظيم عدد نسخها هى نفسها. ولكن هذا لا يعنى أننا "نحن" أنانيون وقصار النظر، أو على الأقل لسنا كذلك طول الوقت. لا يوجد أى شىء يمنـــع عمليـــة الانتخـــاب الطبيعى للأنانية اللاأخلاقية من أن تطور كائنا اجتماعيا بمخ كبير وله حس أخلاقى معقد. هناك مثل قديم يقول إن الناس الذين يقدرون القوانين والمقانق (السجق) حق قدرها ينبغى ألا يرونهما فى أثناء صنعهما. ويصدق الشـــىء نفســـه علـــى القـــيم

البشرية: فمعرفة طريقة صنعها قد يكون فيها ما يضلل إذا أنت لم تميز بين العملية ونتاجها. ليس من الضرورى أن تبنى الجينات الأنانية كائنا أنانيا.

وإذن، إذا كان الناس يخافون من الطبيعة البشرية، ما الذى يؤمنون به بـدلا منها؟ أعتقد أن هناك نظرية شبه عقائدية عن الطبيعة البشرية تسود بين سدنة العلم وبين المثقفين وتشمل هذه النظرية افتراضات إمبريقية عن الطريقة التى يعمل بهـا العقل كما تشمل أيضا مجموعة من القيم تجعل الناس يتمسكون بهذه الافتراضـات. لهذه النظرية ثلاثة أجزاء: قد ذكرت فيما سبق مبدأ "الصفحة البيضاء"، أى أننا ليس عندنا ما هو متأصل من المواهب أو الأمزجة لأن العقل يتشكل على نحـو كلـى بالبيئة (الوالدية، والثقافة، والمجتمع). والجزء الثـانى هـو أسـطورة "المتـوحش الجميل"، وهى أن الدوافع الشريرة ليست متأصلة فى النـاس ولكنهـا تنشـأ عـن المؤسسات الاجتماعية المفسدة. والجزء الثالث هو "الشبح الموجود فى الماكينـة"، وهو أن أهم جزء فينا هو على نحو ما مستقل عن بيولوجيتنا، بحيـث إن قـدرتنا على الحصول على الخبرات وصـنع الخيـارات لا يمكـن تفسـيرها بتركيبنـا الفيزيولوجى وتاريخنا التطورى.

يتزايد ما يحدث من تحدى لهذه الأفكار الثلاث بواسطة علوم العقـل، والمـخ، والجينات، والتطور. كما يزيد التمسك بها بسبب نهوضها بـأمر الأخـلاق والسياسـة أكثر من أن يكون ذلك بسبب أى منطق إمبريقى. يعتقد الناس أن هذه المبادئ منفصلة على أسس أخلاقية وأن بديل ذلك هو منطقة محرمة ينبغى أن نتفاداها بأى ثمن.

إلا أن "الصفحة البيضاء" قد تقوضت بسبب عدد من الاكتشافات. أحد هـذه الاكتشافات نقطة منطقية بسيطة: مهما كانت أهمية الـتعلم والثقافـة والمشـاركة الاجتماعية فإنها كلها أمور لا تحدث بواسطة نوع من السحر. لابد من أن هنـاك دورة عمل فطرية تقوم بأداء التعلم، وتبدع الثقافة، وتكتسـب الثقافـة، وتسـتجيب لجهود المشاركة الاجتماعية. وما إن يحـاول المـرء تحديـد مـا تكونـه هـذه الميكانيزمات التعليمية حتى يجد أنه مجبر على أن يفترض وجود قدر كبيـر مـن بنية فطرية للعقل.

تقوضت " الصفحة البيضاء" أيضا نتيجة للوراثيات السلوكية، التى وجدت أن النصف على الأقل مما يوجد من تباين فى الشخصية والذكاء داخل أحد المجتمعات يتأتى من وجود اختلافات فى الجينات. وأكثر مثل درامى على ذلك هو أن التوائم المتطابقة التى تنفصل عند مولدها تكون بينها أوجه تماثل عجيبة فى المواهب والميول. تقوضت الصفحة البيضاء أيضا نتيجة السيكولوجيا التطورية والأنثروبولوجيا. وكمثل فإنه على الرغم مما لا يمكن إنكاره من وجود تباين بين الثقافات، فإننا نعرف الآن أن هناك مجموعة واسعة من الصفات الشاملة تتشارك فيها ثقافات العالم بآلافها الست. كذلك فقد بينت السيكولوجيا التطورية أن الكثير من دوافعنا لا يكون لها معنى بلغة من محاولاتنا من يوم لآخر لتعزيز عافيتنا بدنيا ونفسيا ولكنها يمكن تفسيرها بلغة من ميكانزم الانتخاب الطبيعى الذى تجرى عملياته فى البيئة التى نتطور فيها. أحد أمثلة ذلك التى تتصف نسبيا بأنها لاخلافية هى ميولنا للسكر والدهن، فقد كانت هذه ميولا تكيفية عندما كنا فى بيئة فيها نقص فى الإمداد بهذه العناصر الغذائية ولكنها ليست لها فائدة لأى فرد فى البيئة الحديثة، حيث تكون هذه العناصر رخيصة ومتاحة فى كل مكان. ولعل هناك مثل آخر لذلك أكثر اتصافا بأنه خلافى، وهو التعطش العام للانتقام، الذى كان وسيلة الدفاع الوحيدة فى عالم لم يكن المرء يستطيع فيه أن يطلب رقم تليفون ليجعل الشرطة تظهر عندما تكون مصالح المرء مهددة. عندما يكون هناك أفراد تتعارض مصالحهم مع مصالح المرء، تكون وسيلته الوحيدة لردعهم هى أن يتخذ وضعا قتاليا. والمثل الثالث هو ميلنا لشركاء زواج جذابين. وكما أوضح الحكماء منذ آلاف السنين، فإن المظهر البدنى ليس وسيلة تنبؤ جيدة لما سيكون عليه الزوجان من سعادة أو توافق. لا يصلح مدى تقوس أنف القرين أو شكل ذقنه للتنبؤ بمدى توافق الطرفين أحدهما مع الآخر فى باقى حياتهما. إلا أن السيكولوجيا التطورية قد بينت أن ملامح الجمال البدنية فيها تلميحات للصحة والخصوبة. ويمكن تفسير ضعفنا القاتل إزاء الشركاء الجذابين بلغة من تاريخنا التطورى، وليس بلغة من حساباتنا الشخصية عن العافية. تقوضت الصفحة البيضاء أيضا بواسطة علم المخ. من الواضح أن المخ لديه قدر كبير مما يسميه علماء الأعصاب باللدونة، أى بما

يتيح لنا التعلم. إلا أن أحدث الأبحاث تبين أن الكثير من خصائص المخ يتم تظيمها وراثيا ولا تعتمد على المعلمات التى تأتى فى شكل أحاسيس.

تقوض مبدأ "المتوحش النبيل" نتيجة ثورة فى فهمنا للمجتمعات التى بلا دولة. يعتقد مثقفون كثيرون أن العنف والحرب أمران نادران أو هما فى شكل طقوسى عند الصيادين /جامعى الثمار، وإذا حدثت أى معركة كان ينادى بإيقافها بمجرد أن يسقط أول رجل. إلا أن الدراسات التى تحصى أجساد الموتى قد بينت أن معدلات القتل بين شعوب ما قبل التاريخ تزيد بعدة مرات أسية عما فى المجتمعات الحديثة، حتى عندما نأخذ فى الحسبان إحصاء ما جرى فى حربين عالميتين! لدينا أيضا براهين على أن هناك صفات شريرة تكون إلى حد كبير قابلة للوراثة مثل السيكوباتية[٢٠]، ونزعات العنف، وانعدام الضمير الحى والشخصية المعادية. كذلك فإن هناك ميكانزمات فى المخ تكون هى الأساس للعنف ومن المحتمل أنها مشتركة بين الرئيسيات. يطرح كل هذا أن ما نكرهه فيما يختص بنا لا يمكن أن نلقى بمسئوليته لا غير على مؤسسات مجتمع معين وحدها.

أما "الشبح فى الماكينة" فقد تقوض نتيجة علم الإدراك وعلم الأعصاب. أساس علم الإدراك هو النظرية الحوسبية للعقل، فكرة أن الذكاء يكن تفسيره كنوع من معالجة للمعلومات، وأن الدوافع والانفعالات يمكن تفسيرها كنظم تغذية مرتدة سيبرنيطيقية[٢١]. ثمة إنجازات فذة وظواهر كان يعتقد فيما سبق أنها تعتمد على الأمور العقلية وحدها - مثل المعتقدات، والرغبات، والذكاء، والسلوك الموجه بالهدف - إلا أنه صار فى الإمكان الآن تفسيرها بلغة فيزيائية. طرد علم الأعصاب "الشبح فى الماكينة " طردا حاسما تماما بأن أوضح كيف أن الأفكار والمشاعر والحوافز والوعى كلها تعتمد كلية على النشاط الفيزيولوجى للمخ.

---

(٢٠) الشخصية السيكوباتية شخصية مرضية نفسيا وغير اجتماعية وتتصف بالعنف والانحراف والسلوك الإجرامى. (المترجم)

(٢١) السيبرنيطيقية دراسة عمليات الاتصال والتحكم فى الأنظمة البيولوجية والإلكترونية والميكانيكية ومقارنتها للاستفادة من التبادل فيما بينها. (المترجم)

هناك أربعة علوم جديدة عن الطبيعـــة البشـــرية - علـــم الإدراك، وعلـــم الأعصاب، والوراثيات الســـلوكية، والســـيكولوجيا التطوريـــة - والســـيكولوجيا التطورية ربما تكون من بين هذه العلوم الأربعة العلم الذى أثار أكثر خـــلاف فـــى العقد الأخير، والكثير من هذا الخلاف لا ضرورة له. سنجد بمعنـــى مـــا أن علـــم النفس كله تطورى. عندما يتعلق الأمر بفهم ملكة نفسية معقـــدة مثـــل العطـــش أو إدراك الشكل أو الذاكرة، فإن علماء النفس يلجأون دائما إلى دالاتهـــم التطوريـــة، وهذه لا يحدث قط أن تكون موضع خلاف. ليس من الصدفة أن تـــؤدى تـــأثيرات العطش إلى الاحتفاظ بتوازن الماء والأملاح الإلكتروليتية فى الجســـم فـــى نطـــاق حدود معينة مطلوبة للبقاء؛ وبدون هذا الميكـــانزم ســـيحدث للكائنـــات أن تنـــتفخ أجسادها وتنشق مثل قطعة المقانق فوق المشواة أو أنها سوف تتغضن مثل برقوق مجفف. وبمثل ذلك لا يمكن أن يكون من الصدف أن يقارن المخ بين الصور الآتية من المقلتين الاثنتين ويستخدم هذه المعلومات لحوسبة العمق. وبدون هـــذه القـــدرة سيكون من المرجح لنا بأكثر أن نصطدم بالأشجار ونسقط مـــن فـــوق الجـــروف. والتفسير الوحيد، بخلاف مذهب التكوينية، هو أن هذه المنظومات تطـــورت لأنهـــا أتاحت لأسلافنا البقاء والتكاثر على نحو أفضل من بدائل ذلك.

السيكولوجيا التطورية تأخذ ببساطة هذا المنحى التفكيـــرى وتطبقـــه علـــى جوانب السلوك المشحونة انفعاليا بدرجة أكبر، مثل الجنسانية، والعنف، والجمـــال، والمشاعر الأسرية. أحد الأسباب فى أن التطور يكون مثـــار خـــلاف فـــى هـــذه المجالات أكثر مما يكونه فى دراسة العطش هو أن تضمينات التطور تقل درجـــة إدراكها بالحدس فى حالة الانفعالات والعلاقات الاجتماعية. لا يحتـــاج المـــرء لأن يعرف الكثير من البيولوجيا التطورية ليقول إن من المفيد أن يكون لديـــه الرؤيـــة المجسمة أو العطش. ولكن عندما يتعلق الأمر بطريقة تعامل الكائنات الحية أحدها مع الآخر، لن يكون الحس المشترك بديلا يحل محل نظرية تطورية جدية. لـــيس لدينا مدركات حدسية جيدة عما إذا كان من الأمور التكيفية، بالمعنى الضيق عنـــد البيولوجى، أن يتبع المرء مبدأ أحادية الزواج أو مبدأ تعدده، وعما إذا كـــان علـــى

المرء أن يعامل أطفاله فى مساواة أو يظهر محاباة لبعضهم، وعما أن يكون منجذبا لنوع معين من هندسة الوجوه أو للآخر. ها هنا يكون على المرء أن يتعلم ما يتنبأ به أفضل ما فى البيولوجيا التطورية. وهكذا فإن التفكيـــر التطـــورى فـــى هـــذه المجالات يكون أكثر إدهاشا عما فى باقى علم النفس.

تتحدى الوراثيات السلوكية أيضا إدراكاتنا الحدسية. هاك أحد الألغاز. نحـــن نعرف أن الجينات لها أهميتها فى تشكيل الشخصيات. وفيما يحتمـــل فإنـــه يمكـــن إرجاع ما يقرب من نصف التباين فى الشخصية داخل ثقافة ما إلى وجود اختلافات فى الجينات. عندما يسمع الناس ذلك فإنهم كثيرا ما يستنتجون أن النصـــف الآخـــر ينتج ولابد عن الطريقة التى يربى بها الوالدون أطفالهم: نصف بالوراثة ونصـــف بالبيئة، حل وسط لطيف، أليس كذلك؟ بل خطأ. ثبـــت أن الخمســـين فـــى المائـــة الأخرى من التباين لا يمكن تفسيرها حسب العائلة التى ينشأ فيها المرء. وهاك مـــا وجده بطريقة محددة علماء الوراثة السلوكيه. كلنا نعرف ما يـــذكر عـــن التـــوائم المتطابقة التى فصلت عند الولادة ولديها أوجه تماثل ملحوظة: فهم ينالون درجات متماثلة فى اختبارات الشخصية، ولهم ميول متماثلة فـــى الموســـيقى، ولهـــم آراء سياسية متماثلة، وهلم جرا. إلا أن هناك اكتشافا آخر له الأهمية نفسها وإن كان أقل من حيث حسن إدراكه، وهو أن التوائم التى تنفصل عند الميلاد لا يكون اخـــتلاف أحدها عن الآخر أكثر من التوائم الأخرى التى تتربى معا فى المنزل نفســـه مـــع الوالدين نفسهم، وبالعدد نفسه فى أجهزة التليفزيون، وبالعدد نفســـه مـــن الكتـــب. والعدد نفسه من البنادق، وهلم جرا. فعندما يتربى التوأمان معا لا يجعل ذلك الواحد منهما أكثر مماثلة للآخر على المدى الطويل فى الذكاء أو الشخصية. مما تم توثيقه من الاكتشافات أن الأشقاء بالتبنى، الذين يتربـــون فـــى المنـــزل نفســـه ولكـــنهم لا يتشاركون فى الجينات، لا تكون لديهم مطلقا أى علاقـــة ارتبـــاط مـــن حيـــث الشخصية والذكاء؛ فهم لا يتشابهون بأكثر من أى شخصين التقطا عشـــوائيا مـــن الشارع. وإذن، فإنه وان لم يكن الأمر كله فى الجينات، فإن ما هو غير موجود فى الجينات غير موجود أيضا فى البيئة الأسرية. وهو مما لا يمكن تفسيره بلغة مـــن الشخصية ككل أو بممارسات الوالدين فى تنشئة الأطفال.

ما العوامل " غير الوراثية " فى تحديد الشخصية والذكاء، مع التسليم بأنها فى الغالب المؤكد ليست فى البيئة الأسرية؟ أول من لاحظ هذا اللغز هم علماء الوراثيات البيولوجية مثل دافيد رو، وروبرت بلومين، وساندرا سكار، وكان هذا اللغز أيضا موضوعا لكتب حديثة ألفتها كل من جوديث ريتش هاريس وفرنك سلوواى. مازال هناك أفراد كثيرون يتلمسون طريقة لوضع الوالدين مرة ثانية فى الصورة، وهم يفترضون أن الاختلافات بين الأشقاء لابد من أنها تنتج عن الاختلافات فى الطريقة التى يعامل بها الوالدون أطفالهم. ونقول لهم انسوا ذلك. بينت أفضل الدراسات أن الوالدين عندما يعاملون أولادهم معاملة مختلفة، فإن سبب ذلك أن الأولاد يكونون أصلا مختلفين، وهذا يشبه تماما ما يحدث عندما يتفاعل كل واحد تفاعلا مختلفا مع الأفراد المختلفين. يعرف أى والد لديه أكثر من طفل واحد أن الأطفال أناس صغيرو الحجم، مولودون ولهم شخصياتهم.

يختلف سلوواى وهاريس فى أن سلوواى يحاج بأن التباين غير المفسر ينتج عن الطريقة التى يميز بها الأطفال أنفسهم عن أشقائهم فى الأسرة. فهم يتخذون إستراتيجيات للتنافس على جذب انتباه الوالدين والتنافس على الموارد خارج الأسرة، ويتفاعلون مع غير الأقارب بأن يستخدموا الإستراتيجيات نفسها التى نجحت معهم داخل الأسرة. أما هاريس فتحاج بأن عامل التباين المفتقد ينتج عن الطريقة التى يبقى بها الأطفال موجودين داخل مجموعات الأنداد، كيف يجدون موقعا بيئيا داخل مجتمعم الخاص بهم وينمون الإستراتيجيات ليزدهروا فيه.

أعتقد أن سلوواى لديه هكذا بعض شيء مهم بشأن العوامل الديناميكية بين الأشقاء داخل الأسرة. ولكنى غير مقتنع بأن هذه الإستراتيجيات تشكل شخصياتهم "خارج" الأسرة. ما ينجح بالنسبة لأخيك الصغير لن يكون بالضرورة ناجحا مع الغرباء والأصدقاء والزملاء. تأتى معظم البيانات الداعمة لسلوواى من دراسات يحدث فيها أن يعطى الأشقاء التقديرات عن أشقائهم، أو أن يعطى الوالدون التقديرات عن أطفالهم، أو يحدث فيها أن يعطى الأشقاء تقديرات لأنفسهم بالنسبة لأشقائهم. والنظرية ليست مدعومة جيدا بالدراسات التى تنظر إلى شخصية الأفراد

خارج المنزل. والواقع، أن أحد المعتقدات الرئيسية فى السيكولوجيا التطورية أن علاقة المرء بفرد من أهله تكون مختلفة جدا عن علاقات المرء بغير الأقارب.

فيما يتعلق بهاريس، فأنا مقتنع بحجتها عن أن التشارك الاجتماعى يحدث فى مجموعة الأنداد وليس فى الأسرة. معظم علماء نفس الطفل لا يريدون الاقتراب من هذه الدعوى، ولكنها بقيت موجودة بعد تعرضها للاختبارات الإمبريقية الواحد بعد الآخر. ولنذكر أمثلة معدودة عن ذلك: يكاد الأطفال دائما ينتهون إلى أن تكون لهم لكنة أندادهم وليس والديهم. أطفال المهاجرين غير المتلائمين ثقافيا يكون أداؤهم بارعا إذا تمكنوا من تعلم القواعد من أندادهم المولودين محليا. وعندما يلقى بالأطفال معا دون تعليمهم لغة من لغات البالغين فإنهم يخترعون لغة خاصة بهم. وقد بينت دراسات كثيرة أن الاختلافات الجذرية فى الممارسة الوالدية – ما إذا كان المرء قد شب فى أسرة تقليدية أو فى كوميون من "الهبيز"، وما إذا كان لديه والدان من الجنس نفسه أو والدان من جنسين مختلفين، وما إذا كان يقضى أوقاته فى بيت الأسرة أو فى مركز للرعاية اليومية، وما إذا كان طفلا وحيدا أو ينتمى إلى أسرة كبيرة، وما إذا كان قد تم الحمل به بطريقة طبيعية أو فى طبق معمل زجاجى– كل هذه الاختلافات لا تترك آثارا دائمة على الشخصية طالما كان المرء جزءا من مجموعة طبيعية من الأنداد.

ثمة أمر لم تفسره نظرية هاريس تفسيرا مرضيا لى – أو على الأقل فإن ذلك لم يحدث بعد – وهو الاختلاف المفتقد فى الشخصية بحد ذاته. الشخصية والتشارك الاجتماعى ليسا بالشىء نفسه. التشارك الاجتماعى هو الطريقة التى يصبح بها المرؤ فردا له وظيفة فى المجتمع، يتحدث باللغة، ويكتسب الأصدقاء، ويقوم بعمل، ويرتدى نوع الملابس المقبول. أما "الشخصية" فهى ما إذا كان المرء طيبا أو شريرا، جسورا أو خجولا، حى الضمير أو فاتر الهمة. هاكم المشكلة. دعنا نعود وراء إلى وسيلة اختبارنا: التوائم المتطابقة التى تنشأ معا وتتشارك فى جيناتها وفى معظم بيئتها، ولكنها مع ذلك لا تتطابق فى الشخصية. وهم فى الغالب المؤكد سيكونون قد نشأوا بين مجموعات الأنداد نفسها، أو على الأقل بين أنواع

متماثلة من مجموعات الأنداد، وستنحو شخصياتهم وخصائصهم الفيزيقية لأن تضعهم فى المواقع البيئية نفسها داخل هذه المجموعات من الأنداد. وإذن، فإن مجموعات الأنداد فى حد ذاتها لا تستطيع أن تفسر مالا يفسر من اختلاف فى الشخصية. وحتى نكون منصفين، فإن هاريس توضح أن الموقع البيئى الذى يشغله المرء بين مجموعة أنداد (صانع الإيقاع، المهاجم المندفع، المولع بالمزاح، المبسط للمشاكل) موقع قد يتحدد فى جزء منه بالصدفة - أى أنه موقع يصدف أن يكون خاليا عندما يجد المرء مجموعة من الناشئين يقضى وقته معهم. ربما يكون أمر كهذا له أهمية. ولكن هذه حالة خاصة لما قد يكون للصدفة من دور هائل فى تشكيل ما تكونه. ذلك أنه بالإضافة إلى ذلك الموقع البيئى الذى يكون خاليا فى مجموعة أنداد المرء، قد يكون هناك أحداث أخرى لا يمكن التنبؤ بها وتؤثر فى كل واحد منا فى أثناء تناميه. هل حصل المرء على الدور الأعلى أو الأسفل من سرير مبيت فى الجدار؟ هل طارده كلب، أو سقط على رأسه، أو أصيب بعدوى فيروس، أو أحاطه أحد المدرسين بعطفه؟

بل إن هنا أحداثا من الصدفة أكثر من ذلك تقع فى تفصيلات أسلاك المخ "داخل الرحم" وفى أول عامين من الحياة. نحن نعرف أنه لا تكاد توجد معلومات كافية فى الجينوم لتحديد المخ حتى آخر مشبك عصبى، كما أن المخ لا يتشكل على نحو كامل بواسطة المدخلات من المعلومات الحسية. ونحن نعرف بناء على الدراسات التى أجريت على تنامى الكائنات الحية البسيطة مثل ذباب الفاكهة والديدان المستديرة، أن الكثير مما يحدث من التنامى هو أمر من الصدفة، فقد وجد أنه يحدث بين سلالات الدودة المستديرة المتجانسة وراثيا والتى تنمو فى الظروف المتماثلة نفسها فى المعمل، أنه يمكن لأحد هذه الحيوانات أن يعيش زمنا يصل إلى ثلاثة أمثال ما يعيشه حيوان آخر. ومن الممكن أن يكون هناك اختلاف فيزيقى بين ذبابتى فاكهة من سلالات الاستيلاد الداخلى[٢٢]- أو هما فى الواقع من النسائخ: فيمكن أن يكون لديهما مثلا عدد مختلف من الشعيرات تحت كل جناح. إذا كان من

(٢٢) الاستيلاد الداخلى: استيلاد بين نباتات أو حيوانات وثيقة القرابة لحفظ أو تثبيت صفات مطلوبة. (المترجم)

الممكن أن يثبت فى النهاية أن كائنات بسيطة مثل الديدان والذباب تكــون مختلفــة لأسباب نزوية، فإن ممن المؤكد إذن أن الصدفة تلعب حتى دورا أكبر فى طريقــة تنامى أمخاخنا.

كان لفكرة أن العقل البشرى صفحة بيضاء تأثير هائل فى مجالات كثيــرة. أحد هذه المجالات هو العمارة وتخطيط المدن. شهد القرن العشرون قيــام حركــة سميت الحداثة الراقية المتسلطة، تزامنت مع تصــاعد الصــفحة البيضــاء. كــان مخططو المدن يعتقدون أن ميلنا للمساحة الخضراء، وللزينة، ولمراقبــة النــاس، وللأماكن الوثيرة المريحة، والتجمعات الاجتماعية الحميمــة، هــذه كلهــا بنايــات اجتماعية. وكان يعتقد أنها مصنوعات تاريخية مهجورة تقف فى طريق التخطــيط المنظم للمدن وينبغى أن يتجاهلها المخططون الذين يصممون المدن المثلى حســب ما يسمى بالمبادئ العلمية. أوضح مثل لذلك هو ليكوربزييه وكان هو ومخططــون آخرون لديهم مفهوم للطبيعة البشرية من نوع الحد الأدنى: فهم يعتقدون أن الإنسان يحتاج إلى عدد كذا من الأمتار المكعبة من الهواء يوميا، وعدد كذا من الجالونــات من المياه، وعدد كذا من الأمتار المربعة لينام فيها ويعمل، ودرجــة حــرارة فــى نطاق معين، وهلم جرا. صارت البيوت "ماكينات للعيش"، وصممت المــدن بمــا يدور حول أكفأ طريقة للإيفاء بهذه القائمة الصغيرة من الاحتياجات؛ مثل الطــرق السريعة، ومشاريع الإسكان فى مستطيلات أسمنتية ضخمة، والميــادين الواســعة المفتوحة. أدى هذا فى أقصى حالاته إلى مساحات قاحلة من المدن المخططة مثــل برازيليا؛ وأدى فى أهون الحالات إلى أن أعطانا مشروعات "التجديد الحضرى" فى المدن الأمريكية، وإلى المبانى المترفعة الكئيبة فى الاتحــاد الســوفييتى، وشــقق المجالس البلدية الإنجليزية. حذفت الزينة من المدن كما حذف القيــاس الإنســانى، والمساحات الخضراء، والحدائق، وأماكن الاجتماعات الاجتماعيــة المريحــة لأن المخططين كان لديهم نظرية عن الطبيعة البشرية تهمــل الاحتياجــات الجماليــة والاجتماعية للإنسان.

أحد الأمثلة الأخرى هو ما جرى فى الفنون. سيطر على القــرن العشــرين مذهب الحداثة وما بعد الحداثة، وازدرى من يمارسونهما الجمال باعتبــاره قيمــة

بروجوازية، حلاوتها مصطنعة، وقليلة الأهمية. أصبح الفن يصنع عن عمد ليكون غير مفهوم أو قبيحا أو يبعث على الصدمة، وذلك مرة أخرى على زعم أن ولعنا بالوجوه الجذابة، والمناظر الخلوية، والألوان، وما إلى ذلك، هو بنايات اجتماعية قابلة للعكس. أدى هذا أيضا إلى المبالغة فى القوة الديناميكية للوضع الاجتماعى الذى ظل جزءا من الفنون. كان من المعتاد أن تنحاز نخبة الفنون مع الأرستقراطية الاقتصادية والسياسية. وهذا ما تطلبته العروض المترفة والمباهاة بالمهارات النادرة الثمينة التى لا يستطيع رعايتها إلا الأغنياء الكسالى. أما الآن فإن أى مأفون يستطيع أن يتحمل ثمن قرص مضغوط لموزارت أو أن يذهب إلى متحف مجانى، وهكذا أصبح على الفنانين أو يستنبطوا طرائق جديدة ليميزوا أنفسهم عن الدهماء. وبالتالى أصبح الفن يثير الحيرة ولا يقبل التفسير، إلا إذا كان المرء له بعض دراية بنظرية ملغزة.

تأزم الحال ببرامج الإنسانيات فى الجامعات والمعاهد التى تروج للأعمال الجديدة من فن الصفوة، وهذا حسب ما أقرت به هذه الجامعات والمعاهد أنفسها. يبقى الناس محتشدين بعيدا. ولا أعتقد أن الأمر يتطلب عبقريا مثل أينشتين ليدرك السبب. عندما تنكر الفنون النخبوية الحس البشرى بالجمال البصرى فى الرسم والنحت، واتساق اللحن فى الموسيقى، والوزن والقافية فى الشعر، والحبكة والحكى والشخصية فى الرواية، فإن الفنون النخبوية هكذا تستبعد الأغلبية الواسعة من جماهيرها، أى الناس الذين يرجع اقترابهم من الفن فى جزء منه للمتعة والتنوير وليس للتنافس اجتماعيا. هناك الآن حركات فى الفن لإعادة إدخال الجمال والحكى واتساق اللحن وغير ذلك من المتع الإنسانية الأساسية. ويعد هؤلاء الفنانين راديكاليين.

أوضح الكثيرون من الفنانين والدارسين أن الفن فى النهاية إنما يعتمد على الطبيعة البشرية. تعتمد تفاعلاتنا الجمالية والانفعالية بأعمال الفن على الطريقة التى يركب بها مخنا. ينجح الفن لأنه يجذب ملكات معينة للعقل. تعتمد الموسيقى على تفاصيل فى الجهاز السمعى، ويعتمد الرسم والنحت على الجهاز البصرى. ويعتمد الشعر والأدب على اللغة. وتعتمد أوجه نفاذ البصيرة، التى نأمل أن نستخلصها من

أعمال الفن العظيمة، على قدرة هذه الأعمال على استكشاف الصراعات الأبدية فى أحوال البشر، مثل ما يوجد بين الرجال والنساء، وبين الذات والمجتمع، وبين الوالد والطفل، والأخ وأخيه، والصديق وصديقه. يطرح بعض منظرى الأدب أننا نقدر قيمة التراجيديا والأعمال الروائية العظيمة لأنها تستكشف التغيرات والتوليفات فى أوجه الصراع البشرى، وهذه هى صميم الموضوعات التى تجرى المحاولات لتنويرها لنا بواسطة مجالات مثل السيكولوجيا التطورية والوراثيات السلوكية والسيكولوجيا الاجتماعية. تستطيع علوم العقل أن تعزز فكرة أن ثمة طبيعة بشرية ثابتة يمكن أن يروق لها الفن العظيم.

لعلنا نشهد الآن أنه ستتضم معا الإنسانيات وعلم الطبيعة البشرية. وهما قد انفصلا عن بعضهما زمنا طويلا، بسبب ما بعد الحداثة والحداثة. على أن طلبة الجامعة الآن يبدون التذمر فى بريدهم الإلكترونى وأروقة المؤتمرات من أنهم يبعدون عن سوق العمل مالم يرددوا دائما الرطانات السخيفة لما بعد الحداثة، ومن أنهم متلهفون لأفكار جديدة من العلوم لتنعش الإنسانيات فى الجامعات. أخذ العارفون بالفن ومقدرو الفن يحسون بالسقم من العروض المتكاثرة لجسد المرأة حيث تصور أجزاء بشرية مشوهة، أو من التلميحات الساخرة للثقافة التجارية التى يفترض أن تهز الناس ليخرجوا من رضاهم البورجوازى عن الذات، ولكنها فى الحقيقة تلميحات لا تزيد عن أعمال المحاكاة الساخرة فى مجلة "ماد" (الجنون) أو فى "ساترداى نايت لاين" (الحياة الليلية يوم السبت).

تأثرت الحياة الثقافية عبر القرن الماضى تأثرا هائلا بالنفور من النازية نفورا يمكن فهمه، لما فيها من نظريات زائفة علميا عن العرق ولما يساوى ذلك من هراء فيها عن تمجيد الصراع كجزء من الحكمة التطورية للطبيعة. كان من الطبيعى بعدها نبذ أى شىء فيه أى أثر من تناول وراثى لشئون البشر. إلا أن مؤرخى الأفكار أخذوا يملأون جانبا آخر من الصورة. ثمة حقيقة تلفت النظر وهى أن أكبر عمليتين للإبادة العرقية فى القرن العشرين وقعتا بدافع أيديولوجى قد وفدتا من نظريتين عن الطبيعة البشرية تتعارضان تعارضا مطلقا. لم يكن مفهوم العرق

مما يستخدمه الماركسيون، ولم يكونوا ممن يؤمنون بالجينات، وقد أنكروا نظرية داروين للانتخاب الطبيعى كميكانزم للتكيف التطورى. وهى كطريقة تناول للطبيعة البشرية غير فريدة فى الفساد. لابد من أن هناك خيوط مشتركة بين النازية والماركسية الشمولية تتقاطع معا عبر ما يعتقدانه عن أهمية التطور أو الوراثة. أحد الخيوط المشتركة هو الرغبة فى إعادة تشكيل البشرية. كان ذلك فى حالة الماركسية من خلال الهندسة الاجتماعية؛ وفى حالة النازية من خلال تحسين النسل. فكل من النظريتين غير راضية عن البشر كما يوجدون، بكل ما فيهم من أخطاء وأوجه ضعف، وكلا النظريتين بدلا من أن تبنى نظاما اجتماعيا يدور حول الصفات البشرية الثابتة، اعتقدتا أن من الممكن إعادة هندسة الصفات البشرية باستخدام مبادئ علمية، هى فى الواقع زائفة علميا.

يحاج مارتن آميس فى كتابه الحديث عن الستالينية بأن المثقفين لم يستوعبوا بعد دروس الشمولية الماركسية استيعابهم للشمولية النازية منذ عقود عديدة. توصل كذلك عدد من المؤرخين والفلاسفة السياسيين إلى النتيجة نفسها. هذه النقطة من العماء تشوه المنظر العام الثقافى، بما يشمله ذلك من تضمينات ولا تضمينات فى علم الوراثة والتطور من أجل فهم أنفسنا. قال تشيكوف يوما، "سيكون حال الإنسان أفضل عندما نوضح له ماذا يشبه". لا أستطيع التعبيرعن الأمر بأفضل من ذلك.

الفهم الصحيح للطبيعة البشرية

هيلينا كرونين[٢٣]

لا ريب فى أن الطبيعة البشرية ثابتة. إنها طبيعة كلية، وغير متغيرة ومشتركة عند كل طفل يولد، بما يسرى خلال كل تاريخ نوعنا. أما السلوك البشرى الذى يتولد عن هذه الطبيعة، فهو متباين ومتنوع إلى مالا نهاية. وعلى كل، فإن القواعد الثابتة يمكن أن ينشأ عنها مدى لا ينفد من النتائج. الانتخاب الطبيعى قد جهزنا بالقواعد الثابتة – القواعد التى تكون طبيعتنا البشرية. وهو قد صمم هذه القواعد لتولد سلوكا يكون حساسا للبيئة. وبالتالى، فإن الإجابة عن الحتمية الوراثية إجابة بسيطة. إذا كنا نريد أن نغير السلوك، ما علينا إلا أن نغير البيئة. وحتى نعرف أى التغيرات ستكون ملائمة وفعالة، علينا أن نعرف تلك القواعد الداروينية. ما نحتاجه فقط هو أن نفهم الطبيعة البشرية، وليس أن نغيرها.

---

(٢٣) هيلينا كرونين مدير مساعد لمركز فلسفة العلوم الطبيعية والاجتماعية بمدرسة لندن للاقتصاد، حيث تدير برنامجا ناجحا واسع المدى يسمى Darwin @ LSE، يرعى أبحاث الطليعة لنظرية التطور. وهى مؤلفة كتاب "النملة والطاووس".

تدور الأسئلة التى أسألها لنفسى الآن حول الصلات بين شيئين. هناك فى جانب ما يخبرنا به العلم عما تطور من الاختلافات بين النساء والرجال، وهو ما نعرفه من النظرية الداروينية الحديثة. ومن الجانب الآخر هناك الإدراك الجماهيرى للعلم. وهو فى أغلبه سلبى ويشوهه سوء الفهم. ولا ريب أنه عندما يحدث تطبيق لنظرية التطور على نوعنا نحن، فإن هذا يؤدى دائما إلى أن يثير معارضة له. أما عندما يصل الأمر إلى الاختلافات بين الجنسين؛ فإن هذا يشعل عداوات وأوجه سوء فهم من نوع خاص.

ينبع هذا كله من الخلط بين العلم والسياسة. والأمر وكأن الناس يعتقدون أنه إذا كان المرء لا يحب ما يظن أنه التضمينات الأيديولوجية للعلم، فإن له الحرية فى أن يرفض العلم، وأن ينظم رؤيته الخاصة بدلا من العلم. والآن، فأنا أدرك أن هذا يبدو مضحكا؛ العلم ليس فيه تضمينات أيديولوجية، فهو يخبرنا ببساطة بما يكون عليه العالم، وليس بما ينبغى أن يكونه. وبالتالى إذا انبثق لنا تبرير أو حكم أخلاقى أو أى مقولة من نوع "ما ينبغى"، إذا انبثق أى من هذا كاستنتاج من مقدمات علمية محضة، سيكون من الواضح أن ما يجب أن نفعله هو أن نتحدى منطق هذه الحجة وليس أن نرفض المقدمات المنطقية. ولكن الناس لسوء الحظ يشعرون بسخط بالغ من هذا الاستنتاج حتى إن الأمر ينتهى بهم إلى رفض العلم بدلا من رفض المغالطة.

"التضمين" الذى يبدو أنه يزعج الناس أقصى إزعاج هو ما يزعم أنه الحتمية البيولوجية، أى فكرة أنه إذا كانت الطبيعة البشرية قد تشكلت بالتطور، فإنها إذن ثابتة ونحن ببساطة سنبقى دائما على ما نكون عليه؛ ليس فى وسعنا أى شىء إزاء ذلك. لن نستطيع أبدا أن نغير العالم ليكون كما نريد؛ لن نستطيع أبدا أن نؤسس مجتمعات أكثر إنصافا، لا فائدة من صنع سياسة ولا من السياسات.

والآن، فإن هذا فيه سوء فهم بالكامل. لا يوجد هكذا تمييز بين الطبيعة البشرية - سيكولوجيتنا التى تطورت - وبين السلوك الناتج عنها. لا ريب فى أن الطبيعة البشرية ثابتة. إنها طبيعة كلية، وغير متغيرة، ومشتركة عند كل طفل

يولد، بما يسرى خلال كل تاريخ نوعنا. أما السلوك البشرى الذى يتولد عن هذه الطبيعة، فهو متباين ومتنوع إلى مالا نهاية. وعلى كل فإن القواعد الثابتة يمكن أن ينشأ عنها مدى لا ينفد من النتائج. الانتخاب الطبيعى قد جهزنا بالقواعد الثابتة، القواعد التى تكون طبيعتنا البشرية. وهو قد صمم هذه القواعد لتولد سلوكا يكون حساسا للبيئة. وبالتالى فإن الإجابة عن الحتمية الوراثية إجابة بسيطة. إذا كنا نريد تغيير السلوك، ما علينا إلا أن نغير البيئة. وحتى نعرف أى التغيرات ستكون ملائمة وفعالة، علينا أن نعرف تلك القواعد الداروينية. ما نحتاجه فقط هو أن نفهم الطبيعة البشرية، وليس أن نغيرها.

يتبين هذا الأمر بوضوح من البحث الكلاسيكى الذى أجرته مارجو ويلسون ومارتن دالى على جريمة القتل. تتباين معدلات جريمة القتل تباينا هائلا عبر المجتمعات المختلفة. فى سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين، عندما كان المعدل فى شيكاغو ٩٠٠ جريمة قتل لكل مليون من السكان فى كل سنة (لقتل فرد من الجنس نفسه، من غير الأقارب)، كان المعدل فى إنجلترا وويلز ٣٠، أما أيسلندا فلا يكاد يوجد فيها أى جرائم قتل على الإطلاق. والآن، فإن هذه الأماكن ليس فيها أى اختلاف فى الجينات، ولا أى اختلاف فى الطبيعة البشرية. يتبين هذا على نحو درامى جدا عندما ننظر إلى أنماط جرائم القتل. على الرغم من أن المعدلات تختلف اختلافا واسعا، فإن الأنماط تكون هى نفسها بالضبط. لو أننا قلصنا محاور الرسم البيانى لشيكاغو عن سن وجنس القتلة ثم وضعنا الرسم فوق الرسم البيانى لإنجلترا/ويلز سيتطابق المنحنيان بالضبط. ما يحدث على نحو طاغ هو أن شبانا يقتلون شبانا، ويبدأ المنحنى، ويتصاعد ليصل للقمة، ثم ينحدر عند الأعمار نفسها بالضبط. أما ما يؤدى إلى اختلاف المعدلات فهو اختلاف البيئات. وهذا أمر مهم للسياسات. نحن نفهم ماذا يوجد فيما يتعلق بتطور عقولنا بحيث يؤدى إلى هذه المعدلات المختلفة فى البيئات المختلفة – ما يوجد لدى الذكور من نزعة كلية لأن يكونوا متنافسين إلى حد بالغ، الأمر الذى يمكن أن ينتهى فى الظروف المتطرفة إلى جريمة قتل. هذا يبين لنا ما تكونه الظروف التى نحتاج لخلقها حتى نخفض معدلات جريمة القتل. ولما كان الأمر فى الواقع أبعد من أن يكون فيه حتمية

وراثية، فإننا نستطيع أن ندرك السبب فى أن الطريقة الداروينية لتناول الأمور قد سميت حتى بأنها "فرع معرفى بيئى"، وذلك باستخدام لمسة لا غير من السخرية.

تتبنى الحتمية الوراثية الفكرة بأنه إذا كانت الجينات جزءا من عملية التسبيب، يكون علينا من أجل تغيير النتائج أن نحدث تعديلا فى الجينات، علينا أن نغير هذا السبب الواحد بعينه. وهذه فكرة بالغة الشذوذ. ليس من سبب يمنعنا من التدخل فى أى جزء من عملية السببية، كما أنه ليس من سبب لأن يكون للجينات فيما ينبغى أسبقية فى ذلك. وكما سبق ورأينا فى معدلات جريمة القتل، فإنه عند التعامل مع كليات الطبيعة البشرية، تكون البيئة هى الموضع الواضح للتدخل. على أن هذا يمكن أن يصدق أيضا حتى عندما نتعامل مع الاختلافات الوراثية بين الناس. هناك مثلا اختلافات وراثية فى النزعة إلى ظهور مرض سكرى البالغين.[٢٤] عندما تكون هناك بيئة يأكل الناس فيها طعاما تقليديا - أى بكمية سعرات حرارية منخفضة، وألياف وافرة، ودهن منخفض، وسكر منخفض - فإن أحدا لا يظهر لديه هذا النوع من السكرى. ولكن لو عرضنا هذه العشائر السكانية لغذاء من النوع الحديث سوف يظهر لنا توا الأفراد الذين لديهم استهداف وراثى أكبر. وبمثل ذلك، قد يكون هناك اختلافات وراثية فى نزعة الرجال إلى التنافس. ولكن عندما تكون البيئة أكثر ملاءمة - بيئة قريبة من أيسلندا أكثر من شيكاغو - فإن هذه الاختلافات لا تكاد تظهر فى إحصائيات جرائم القتل.

هناك الكثير من الأفكار الأخرى المحتشدة فى الحتمية الوراثية - تتعلق بالإرادة الحرة والمسئولية، وتحكمنا فى حياتنا، وما إلى ذلك. إلا أننى حتى الآن لم أكتشف بعد أى تفسير للحتمية الوراثية يحمل أيا من تلك التضمينات التى يبدو أن الناس ينزعجون منها كثيرا. وعلى عكس ذلك يثبت فى النهاية أن كل ما ينطبق على الجينات ينطبق بدرجة مساوية على البيئات. وبالتالى إذا كان الناس يخشون الحتمية الوراثية، فإنهم ينبغى أن ينزعجوا بما يساوى ذلك فيما يتعلق بالحتمية البيئية.

---

(٢٤) مرضى السكرى يقسمون إلى نوع طفولى ونوع للبالغين يختلفان فى الأسباب والعلاج. (المترجم)

عندما طبق هذا النوع من التفكير على الاختلافات بين الجنسين أدى ذلك إلى عداء شديد لصميم فكرة تطور الاختلاف بين النساء والرجال. وعلى وجه الخصوص فإن أنصار المساواة بين الجنسين قادوا هذه المعارضة. لا ريب أن مذهب "المساواة بين الجنسين" (Feminism) يشمل حشدا من الآراء. وكثيرا ما نجد أنه لا يوجد الشيء الكثير المشترك بين الماركسيين في اليسار البريطاني الذين نظموا من جديد، وبين من يفرزون رطانة " ما بعد الحداثة"، وبين السيدة التي تشغل منصبا تنفيذيا رئيسيا وتنثر بعيدا عن كتفيها بقايا السقف الزجاجي[٢٥] المعوق لتقدمها المهني بعد أن حطمته وهي تشق طريقها لأعلى. على أن هناك شيئا واحدا قد اتفقت عليه معظم مدارس مذهب مساواة الجنسين وهي أنها كلها مضادة للداروينية. بل وحتى أنصار مساواة "الاختلاف" الذين يحتفلون "بنحن" إزاء "هم"، حتى هؤلاء يفضلون أن يخترعوا الاختلافات بدلا من الإذعان للعلم. وأنا أجد أن هذا كله مفزع جدا، وبصفتي داروينية وكذلك من أنصار المساواة فإن هذا يفزعني فزعا مضاعفا.

أعتقد أن هذا التخندق ينبع من اعتقاد غامض بأننا لا نستطيع أن نحصل على الإنصاف إلا بالتماثل. وأنا أقول إنه "غامض" لأنك ما إن تنطق به حتى تدرك أن من الواضح أنه زائف. إلا أن معظم فروع مذهب المساواة بين الجنسين قد جعلت نفسها على نحو ما ملتزمة بالرأي بأنه إذا كان هناك اختلاف أساسي بين الرجال والنساء بأي طريقة فإن هذا سيقوض المطالبة بمجتمع من العدالة والمساواة. إلا أن ما ألهم أصلا بمذهب المساواة بين الجنسين هو فكرة أنه ينبغي عدم التمييز ضد النساء "بصفتهن" نساء، حيثما يكون مما لا أهمية له أنهن نساء: فهن يمنعن من الانتماء للجامعات أو حيازة الممتلكات أو أن يكون لهن صوت انتخابي، ومنعهن هذا ليس بسبب عدم قدرتهن وإنما بسبب أنهن نساء. على أن هذا الإلهام الأصلي ينتهي به الأمر إلى أن يتشوه تشوها خطيرا عندما ننكر أن هناك تطورا للاختلافات الجنسية. قد وصلت الأمور إلى نقطة حيث صار من المتوقع

---

(٢٥) السقف الزجاجي عبارة مجازية في الإنجليزية تعني وجود حاجز يعوق التقدم المهني لفئات معينة من الموظفين هم عادة إناث. (المترجم)

وجود نوع من تمثيل بالنصف للرجال والنساء في كل مكان: في الجامعات، وأماكن العمل، والسياسيات، والرياضة، ورعاية الطفل. وبالتالي، إذا لم يمثل النساء بالتساوى، يرجع السبب فى ذلك إلى نزعة التمييز بين الجنسين (Sexism) وحدها. حسن، سواء كان للتمييز الجنسي أو لم يكن له مفعول، سنجد أن هناك تطورا لاختلافات جنسية من المؤكد أنها ستوجد؛ وهى اختلاف فى النزعات، والمهارات، والقيم، والمصالح، والطموحات. من المرجح جدا أن النساء يتخذن بطريقة نسقية خيارات مختلفة عن خيارات الرجال. وهذه الإيثارات المختلفة هى ما ينبغى أن نتوقع أن تعكسه السياسات المنصفة وليس بأن نقوم بالتغطية بتوزيعات النصف بالنصف.

تطور اختلافات الجنس فى أغلبه أمر يتعلق بالمتوسطات. وبالتالى فإن هذه الاختلافات لا تشق نوعنا شقا متقنا إلى نصفين. كثيرا ما يتخذ ذلك كنوع من الذخيرة للمعارضة ضد الداروينية. لاشك أن القارئ قد سمع المحاجة التى تقول: ولكن الاختلافات "داخل" أفراد الجنس الواحد أكبر من الاختلافات "بين" الجنسين". يتضمن ذلك أن هناك تداخلا كثيرا فى التوزيعات بحيث يكون الاهتمام الداروينى بالاختلافات أمرا مضللا.

ولكن هل هذا صحيح؟ كلما حاولت أن أفكر عميقا فيما تكونه هذه الدعوى بالضبط، أجد أن هذه المحاجة لا تلبث أن تنحو إلى أن تنهار لتتبدد. وبداية فإن مدى أهمية الاختلاف أمر يعتمد على السبب فى اهتمام المرء به، وما يكونه هدفه. إذا كان هدفه أن يصبح غنيا، فليكف عن محاولة بيع الفنون الإباحية للنساء أو عن بيع الروايات الرومانسية للرجال؛ وليكف عن محاولة أن يبيع للبنات ألعاب "اقتل! اقتل!" فى الكمبيوتر، أو أن يبيع للصبيان ألعاب محاكاة "الناس". على أى حال نحن لا نستطيع أن نصمم الأمور ببساطة حول مدى كبر حجم التداخل؛ فهذا أمر يعتمد على ما تكونه الخاصة المميزة. لن نجد تقريبا أى تداخل إذا قارنا الصبيان إزاء الفتيات فى ألعاب الرمى (سيكسب الصبيان ذلك فى كل مرة تقريبا) أو فى طلاقة اللسان (سيكون تسعة من كل عشرة من الرجال أسوأ من النساء). ثم

هناك حقيقة أنه حتى لو كانت متوسطات الاختلاف صغيرة، فإنه يمكن أن توجد اختلافات هائلة عند الأطراف القصوى. الرجال فى المتوسط أكثر طولا من النساء ببوصات معدودة، ولكن كل الأفراد الأطول كثيرا يكونون من الرجال. وهكذا قد ينتهى الأمر بأن يكون تقدم الرجال فى الطول نتيجة هذا السبب الإحصائى وحده.

هناك أيضا حقيقة غريبة – حقيقة كشفت عنها البيولوجيا التطورية – بشأن أشكال منحنيات التوزيع لمعظم الاختلافات بين الذكور والإناث. هذه الحقيقة هى أن الذكور يحدث فيما بينهم تباين أكثر كثيرا مما بين النساء: فيحدث زيادة مفرطة فى العدد الذى يمثل الذكور عند قمة المجموعة وكذلك عند القاع. وقد لا يهتم الناس بهذا الأمر بالنسبة لبعض الخصائص ولكن ماذا عن هذا التضمين؟ هناك عدد أقل من النساء اللاتى يرجح أن يكن من الأغبياء، ولكن من المرجح أن عددا أقل منهن سيكن من العباقرة. عندما ذكرت ذلك فى إحدى الندوات فى الولايات المتحدة، صحح لى ذلك تصحيحا عنيفا مجموعة من أنصار مساواة الجنسين قائلين: "ليس هناك وجود لشىء يسمى عبقرى!" واكتشفت لاحقا أن هذا قد أصبح إلى حد كبير خط تفكير قياسى فى "دراسات أنصار مساواة الجنسين ". لم أتمالك إلا أن أتساءل عما إذا كانت العبقرية تنفض بعيدا لأنه ليست هناك نساء كثيرات فى الصورة. تطرح النظريت الداروينية أيضا أن من المهم أن ننظر فى أمر الاختلافات فى الميول والمصالح. هل سيصبح الطالب القمة فى عزف البيانو نجما دوليا؟ عندما يكون للمرء شخصية تنافسية، محبة للمغامرة، وتشعر بالحرص على الوضع الاجتماعى، ومتفانية، وأحادية التفكير، ومثابرة، هذا كله قد يكون فيه كل الفارق للنجاح. وهذه كلها صفات يرجح أن الرجال فى المتوسط يحوزونها بدرجة أكبر كثيرا، وبوفرة كثيرا ما تكون منذرة بالخطر.

على الرغم من أن محاجة "الاختلافات (داخل) الجنس الواحد و(بين) الجنسين محاجة شائعة عند أنصار مساواة الجنسين. فإنها لا تتلاءم دائما كل التلاؤم مع محاجات أخرى عندهم عن المساواة. إذا كانت "الاختلافات فى الداخل" اختلافات واسعة، فإن النساء إذن لن يكن جد متجانسات، سيكون هناك تناثر واسع

للقدرات والميول وستقع نسبة من النساء عند الطرف الذكورى من التوزيع. وقد يحدث هذا بالنسبة لأى خاصية، ابتداء من مستويات الهرمونات ووصولا إلى الدوران ذهنيا فى فضاء ثلاثى الأبعاد 3-D mental rotation (القدرة على تخيل أشياء دوارة فى الفضاء، وهى سمة ذكورية لها شهرة سيئة). ولكن كيف يتشابك ذلك مع الفكرة القائلة بأن النساء اللاتى يكون لهن إنجازات كبيرة فى المسارات الذكورية التقليدية – مثل الهندسة، أو تسلق الجبال، أو أيا ما يكون – يكن بالنسبة للنساء الأخريات "نماذج لأداء الدور"؟ والفكرة هنا هى أن هاته النسوة هن مشابهات بالضبط للأخريات وأن ما يعوق تقدم النساء الأخريات هو فحسب التحيز الذكورى والشك فى الذات. ولكن ربما تكون هاته النسوة هى الأطراف القصوى لتلك " الاختلافات من الداخل" التى يؤكد عليها أنصار مذهب مساواة الجنسين أنفسهم، وبالتالى فهن لسن مجرد نساء مشابهات للمرأة المجاورة لهن؟ ولكن كيف يمكن إذن لأنصار المساواة أن يدعوا بثقة أن التحيز والشك فى الذات هما وحدهما السبب فى منع أى امرأة من أن تنجز إنجازات مماثلة؟

والأسوأ من هذا، كيف يمكن لأى فرد أن يشير إلى هؤلاء النساء كدليل ضد تطور اختلافات جنسية، الأمر الذى كثيرا ما يفعله أعداء الداروينية؟ إن وجود هاته النسوة أبعد من أن يفند أى تحليل تطورى، فهن فيما يحتمل الاستثناء الذى يثبت القاعدة الداروينية. وبالتالى، سنجد مثلا بالنسبة للدوران ذهنيا فى الأبعاد الثلاثة أن النساء اللاتى يتعرضن فى الرحم لمستويات عالية من الأندروجين (هرمون الذكورة) يكون أداؤهن أفضل كثيرا من النساء الأخريات، والواقع أن أداءهن يكون مماثلا تقريبا فى جودته لأداء الرجال. والأمر كذلك أيضا بالنسبة للميول: النساء اللاتى يعملن فيما يكون تقليديا مهنا ذكورية، تكون استجابتهن للتحدى مصحوبة بانطلاق شحنة أدرينالين[٢٦] تتميز بارتفاعها كما يحدث عند "الذكور"، ويبدو أن اختيارهن للمهنة ينتج عن اتباعهن لميول لديهن وليس لأن ميولهن قد تشكلت بواسطة المهنة (وهذا ما كنت قد خمنته خطأ عندما سمعت بالأمر لأول مرة).

---

(٢٦) الأدرينالين هرمون تفرزه الغدة فوق الكلوية ليكون جسم الإنسان مهيأ للقتال والتحدى وقت الشدة. (المترجم)

ثم هناك مثل أخير: تستخدم العبارتان "من داخل الجنس الواحد وبين الجنسين" استخداما روتينيا لكى يتذكر أناس مثلى أن الاختلافات الجنسية هى فحسب تعميمات إحصائية ولا تصدق على كل الأفراد، وهذا ولا ريب أمر صحيح. ولكن أليس السقف الزجاجى الذى يعوق تقدم النساء مهنيا هو "فحسب" تعميم إحصائى؟ هناك تداخل بين مهن الرجال والنساء، خاصة فى الإدارة الوسطى، وغياب النساء عن المناصب الكبيرة العليا ليس غيابا منتظما فى نسق. ولكن هل يكون ذلك سببا فى أن نصرف النظر عن السقف الزجاجى معتبرين أنه لا أهمية له؟ التعميمات الإحصائية هى على وجه الدقة كل ما يدور حوله الكثير من قضايا المساواة بين الجنسين.

أعتقد أن التوزيع الإحصائى للاختلافات بين الذكر والأنثى هو حقا قضية مهمة، لها تضمينات مهمة بالنسبة للسياسة. فهذا التوزيع هو أحد تلك المجالات التى تنتظر أن يتم الزواج بين طريقة التناول التطورية (التى تتعامل مع الكليات) وبين الوراثيات السلوكية (التى تتعامل مع الاختلافات الفردية). وأنا أتوق حقا لرؤية أبحاث تجرى حول هذا الشأن. ويبدو لى أن هذا أمرا توجد بكل تأكيد حاجة لأن يتعامل معه مذهب الداروينية، ومذهب المساواة بين الجنسين، وواضعى السياسات. فى حين أن محاجة "داخل الجنس الواحد وبين الجنسين " لا تصل بنا إلى أى شيء؛ فهى مما لا يفيد كمرشد لاتخاذ القرارات، بل إنها أيضا مضللة تماما.

عندما نذكر السياسة فإن هذا ينحو إلى استثارة سؤال " ولكن لماذا نجر داروين داخل المشكلة؟". إلا أن السؤال ينبغى أن يكون بطريقة معكوسة. كيف يمكن أن تكون هناك سياسة اجتماعية مسئولة "ليست" متنورة بفهم تطورى للاختلافات الجنسية؟ ينبغى أن يندمج مع كل صنع للسياسة فهم للطبيعة البشرية، وهذا يعنى طبيعة الذكر وطبيعة الأنثى معا. دعنا نتذكر أنه إذا أراد صانعو السياسة أن يغيروا السلوك، فإن عليهم أن يغيروا البيئة التغيير الملائم. وما يكون ملائما يمكن أن يختلف اختلافا بالغا بالنسبة للنساء وللرجال. النظرية الداروينية حاسمة فى أن تبين هذه الاختلافات.

سمعت ممثلا هزليا أمريكيا ذات يوم وهو يسخر بشـدة مـن "الداروينية الجديدة الزاحفة ". فقال، "أنا لا أومن بالجين المجرم، ولكنه إذا كـان لـه وجـود، فأعتقد أنهم سيعثرون عليه فى موضع مجاور مباشرة لجين البطالة". وهـذا كلـه صحيح تماما من الناحية السياسية. ولكنه خطأ بالكامل بالنسـبة للتـأثير المتمـايز للبطالة عند الرجال والنساء. البطالة بالنسبة للمرأة تعنى فقدان عمل؛ أمـا بالنسـبة للرجل فهى فقدان للوضع الاجتماعى. وهذا الاخـتلاف ينضـم إلـى الاختلافـات الجنسية الأخرى ليؤدى بالنساء والرجال إلى مسارات مختلفة جدا حالمـا تنغلـق عليهم أبواب العمل. هكذا نجد مثلا أن: الرجل ذى الوضع الاجتماعى المـنخفض ينخفض وضعه كقرين؛ وسيجد صعوبة أكثر فى العثور على شريكة له. وسـيجد صعوبة أكبر فى الاحتفاظ بشريكته؛ الزوجان اللذان تكسب الزوجة منهما أكثر من الزوج يكون طلاقهما أكثر ترجيحا. ويكون الزوج أيضا أكثر تعرضا لخطر أن "ما لديه" من أولاد ليسوا أولادا له؛ تنخفض نسبة عدم صحة الانتساب الوالـدى بمـا يصل إلى ١% عند الذكور الأمريكيين ذوى الوضع الاجتماعى الراقى جدا ولكنهـا تصل إلى ٣٥ % عند ذكور الداخل من المدينة المحرومين العاطلين. ثـم هنـاك كذلك خطر العنف المنزلى؛ فهو ينبع من الغيرة الذكرية الجنسية، كما أن انخفاض الوضع الاجتماعى عامل فعال لتحريك الماكينة السيكولوجية للغيرة بأعلى سـرعة. وفوق ذلك فإن الانحدار فى الوضع الاجتماعى له كما يحدث فـى أنـواع كثيـرة أخرى، تأثير مروع فى الذكر (وليس فى الأنثى) من حيث الصحة وطول العمـر. عندما يبدو المستقبل مشئوما هكذا سنجد مرة أخرى كما يحدث فى أنـواع كثيـرة أخرى، أن الذكور (وليس الإناث) هم الذين يرجح أن يقوموا بالمخاطرة. إذا كانت "الجينات المجرمة" ستظهر "جينات البطالة " عند الرجال، فإن سبب ذلـك هـو أن هناك سيكولوجية ذكورية متميزة هى التى تشكل هذه الروابط. أى فرد له اهتمـام حقيقى بالبطالة وتفرعاتها الاجتماعية المرعبة ينبغى ألا يهاجم نظريـة التطـور؛ وإنما ينبغى أن يعتنقها. فهى مما لا يستغنى عنه مطلقا من أجـل التوصـل إلـى استيعاب الصلات السببية المتعلقة بالأمر.

السياسة الاجتماعية العمياء عن رؤية الجنس لن تكون بلا تحيز، ولن تكون أكثر انصافا، وإنما ستكون على غير ذلك. لماذا نفترض مثلا أن البنات والصبيان يجب أن يتعلموا بالطريقة نفسها؟ لو نظرنا مثلا إلى الرياضة، وهى المجال الأكاديمى الذى تكون فيه أقصى درجات الاختلاف بين الجنسين، سنجد أن ميزة الصبيان تكمن فيما يحتمل فى تفوقهم الفطرى فى التفكير الميكانيكى والتفكير بثلاثة أبعاد. هناك بعض براهين على أن البنات يتحسن تحسنا له قدره عند التدريس لهن بطرائق تتحايل على ذلك. وهذا هو نوع الاهتمام الذى ينبغى أن تنشغل به سياسة التعليم المنصفة. ينطبق الشيء نفسه على القانون، ومكان العمل، والتخطيط الاقتصادى، وعلى أى مجال تصمم له سياسة اجتماعية.

ينبغى على سياساتنا الاجتماعية أن تتغلب على المشاكل فى عالم يتغير سريعا، وتتضمن هذه التغيرات العلاقات بين الجنسين. وهناك تزايد فى بطالة الذكور. وهناك نساء لديهن فى النهاية الموارد لأن يقمن وحدهن بدور الوالدين. ويجد النساء أنه مع ارتفاع وضعهن الاجتماعى الخاص فإن مستودع الشركاء المحتملين ينكمش. هناك تزايد فى أوجه عدم المساواة، بحيث أصبح من الأمور التى تخص نسبة جوهرية من الرجال وجود انحدار فى وضعهم الاجتماعى على نحو دائم. وثمة تقبل متزايد بأنه ينبغى أن تكون النظم القانونية بحيث لا تعامل النساء كملكية منقولة للرجال. كيف ستتفاعل سيكولوجيتنا المتطورة، وعقولنا المنتمية للعصر الحجرى، مع هذه التغيرات؟ ما الذى سيكون مهما عند الرجال وعند النساء؟ وإذن، هل تستطيع النظرية الداروينية أن تسهم فى السياسة الاجتماعية؟ أيمكن ألا يكون لها أن تفعل ذلك؟

أنا أدرك أن ما أقوله يعد أمرا خلافيا، ولكنه ينبغى ألا يكون كذلك. فكل ما أفعله هو أنى أؤدى علما قياسيا، وأطرح التماسا متواضعا بأن السياسة ينبغى أن تتأسس على المعرفة. والواقع أن الإدانة ينبغى أن توجه بطريقة عكسية. وينبغى أن يكون من نعتبر أنهم مثار مشكلة خلافية هم أولئك الذين على استعداد لأن يتحدثوا عن السياسة والمجتمع دون أن يعرفوا أول الأشياء عن الطبيعة البشرية.

إلا أن من المحزن أن العلم تبخس قيمته على نطاق واسع. أعتقد أن أحد أسباب ذلك هو البلوى المعروفة بالمذهب النسبي[٢٧] (خاصة في أشكاله الجديدة التي تناسخ إليها؛ من مذهب ما بعد الحداثة وزمرته). وفيما عدا العلوم، التي لديها حصانة جبلية، فإن مذهب النسبية قد أصبح له سيطرة مخيفة على المجتمع الأكاديمي، أي على أفراد لهم نفوذهم ويدرسون للأجيال المستقبلة ممن سيكونوا ذوي النفوذ. ونتج عن ذلك مواقف تجاه العلم تثير الأسى، الرأي بأنه لا وجود لمعايير كلية نحكم بها على الصدق أو الزيف أو حتى على المصداقية المنطقية، وأن العلم لا يصنع أي تقدم، وأنه لا يوجد أي شيء مميز في المعرفة العلمية، وهلم جرا. أحد الأسباب في أنه يوجه إلى الداروينية هكذا الكثير من النقد الخالي من المنطق، والخالي من الحقائق، والخالي من الإحصاءات، نقد أمكنه أن يجد لنفسه جمهوره، أحد هذه الأسباب هو ذلك الموقف بأن "العلم مجرد وجهة نظر أخرى، وإذن فأنا حر في أن أتخذ لنفسي وجهة نظري، أي وجهة نظر".

حتى تصير الأمور إلى أسوأ، هناك نزعة للنظر إلى هذا الموقف على أنه ليبرالي ومتفتح الذهن. هكذا أصبح ينظر إلى العلم، في مفارقة، على أنه هو الذي فيه نزعة للمتسلط والتفوق. إلا أن العلم يتميز فوق كل شيء بمنهجه النقدي. عندما لا يتفق العلماء، تكون لديهم طرائق موضوعية للحكم فيما بينهم. ينبغي أن تكون النظريات قابلة للاختبار ثم يجب بعدها أن تجتاز الاختبارات. لن تكون الأمور دائما واضحة في تحددها على أساس من العمل يوما بيوم؛ العلم ليس عملية فورية تو اللحظة. كما أنه ولا شك ليس معصوما. ولكنه إلى حد بعيد أفضل ما لدينا وقد أنجز مهاما ذات تأثير مبهر. ما إن يفهم الناس ما يكونه شأن المنهج العلمي ولماذا هو بالغ القوة، فإنهم عندها سيأخذون في إدراك أن هناك حقا تميزا هائلا بين العلم واللاعلم.

على أني أذكر القارئ بأن قوة النظرية التطورية لا تقدر التقدير الملائم حتى داخل الدوائر العلمية. مر الآن قرن ونصف القرن على نشر كتاب "أصل الأنواع"

---

(٢٧) المذهب النسبي Relativism مذهب فلسفي يرى أن المعارف والقيم الإنسانية ليست مطلقة، وتختلف باختلاف الظروف والبيئات. ولا علاقة لذلك بنسبية أينشتين. (المترجم)

ومازالت النظرية الداروينية لا تنفذ بعد داخل مجالات كثيرة من البيولوجيا. وحتى عندما ننظر أمر البيولوجيين الذين اتخذوا طريقة تناول تتبع المذهب التكيفى، سنجد أن بينهم عددا بالغ الكثرة سيسقطها سريعا إلى حد ما عندما يصل الأمر إلى تناول نوعنا نحن، وخاصة عندما يصل إلى تناول سيكولوجيتنا، وسلوكنا، وأكثر من كل شيء عندما يصل الأمر إلى تناول الأختلافات الجنسية. كثيرا ما أرى ما يذكرنى بالمواقف المضادة للداروينية فى القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، الفترة التى سميت بأنها "خسوف الداروينية". كانت البيولوجيا وقتها تفيض بإمبريقية مبتذلة، وترفض التفسيرات التكيفية على أساس أنها غائية، وتتجاوز البراهين، وبالتالى فهى ليست علما أصلا.

هكذا فإن المشكلة لا تقتصر على الإدراك الجماهيرى للداروينية والاختلافات الجنسية. هناك الكثير من العلماء الذين مازالوا فى حاجة لإقناعهم. على أنه بينما كان الرفض المبكر للدراوينية يتصف نوعا بالتراجيدية، فإن الرفض الحالى يشبه بشكل متزايد مسرحيات الفارس الهزلية. من الواضح هكذا ما سيكونه الطريق الذى سيتبعه تاريخ العلم انطلاقا من هنا.

سيبورجات[٢٨] مولودة ولادة طبيعية؟

آندى كلارك[٢٩]

أمخاخنا (بالطبيعة) لدنة إلى حد غير معتاد؛ وحتى تؤدى بيولوجيا وظيفتها على الوجه الصحيح ظل ذلك يتطلب دائما حشد واستغلال دعامات وسقالات غير بيولوجية. نحن البشر، أكثر من أى كائن آخر فوق كوكبنا، قد انبثقنا كسيبورجات مولودة طبيعيا، قام مصنعها بتعديلها وإنضاجها حتى تكون مهيأة لأن تنمو إلى كيانات معمارية ممتدة إدراكيا وحوسبيا، كيانات معمارية حدودها الشاملة تتجاوز إلى حد بعيد حدود الجلد والجمجمة.

---

(٢٨) السيبورج: روبوت مصنوع من عناصر بيولوجية وماكيناتية وله ذكاء اصطناعى راق. (المترجم)

(٢٩) آندى كلارك أستاذ للفلسفة ومدير برنامج علم الإدراك بجامعة إنديانا. وكان قبلها أستاذا للفلسفة فى جامعة سسكس فى المملكة المتحدة، ومديرا لبرنامج الفلسفة/علم الأعصاب / علم النفس بجامعة واشنطن فى سانت لويس. وهو مؤلف كتب "الإدراك الميكرو"؛ "المحركات المساعدة"؛ "أن نكون هناك"؛ "المنتج العقلى"؛ و"السيبورجات المولودة طبيعيا".

لى جسد يعد إلكترونيا جسدا بكـــرا. فأنـــا لا أتضـــمن رقـــائق ســـليكونية، ولا أعضاء مزروعة من شبكية أو قوقعة للأذن، ولا منظم لنبضات القلب. بل إنى حتى لا أرتدى نظارات ولكنى أصير على نحـــو بطـــىء أكثـــر وأكثـــر انتمـــاء للسيبورج. وهذا حالك أنت أيضا. سرعان ما سيصل بنا الحال، دون حاجـــة بعـــد لأسلاك، أو جراحة، أو تعديلات جسدية، إلى أن نكون مماثلين "للمنهى"، و"لحـــواء ٨"، ولسلك الكابل[٣٠]... وما عليك إلا أن تضع فى المكان الخالى اســـم ســـيبورج رواية الخيال العلمى التى تفضلها. ربما نكون بالفعل سيبورجات. ذلك أننا عنـــدما نكون سيبورجات، لايكون ذلك بالمعنى السطحى من اتحاد اللحم بالأسلاك، وإنمـــا بالمعنى الأعمق لكيانات فيها تكافل بشرى/تكنولوجى، منظومات مفكـــرة ومتعلقـــة تمتد عقولها وذواتها بما يتجاوز المخ البيولوجى ودورة العمل اللابيولوجية.

قد يبدو هذا وكأنه رطانة مستقبلية غير مفهومة، وأنا أعترف بســـعادة أنـــى كتبت الفقرة السابقة وأنا أهدف لأن أثير انتباهك، حتى ولـــو كـــان هـــذا لاغيـــر باستخدام ذلك الطريق الذى فيه بعض خطر، طريق السعى إلى الوصول مباشـــرة إلى استهجانك للأمر! ولكنى أعتقد بالفعل أن هذه هى الحقيقة الحرفية والوضـــحة. وأنا أعتقد أنها فوق كل شىء حقيقة علمية، هى انعكاس لبعض حقائق عميقة مهمة تدور حول طبيعتنا البشرية الخاصة والمتميـــزة (وهاهنـــا بعـــض رائحـــة مـــن المفارقة؟). وأنا بكل تأكيد لا أظن أن هذه النزعة إلى التهجين الإدراكى هى تطور حديث؛ والأولى أنها أحد مظاهر إنسانيتنا وهو مظهر أساسى وعتيق بمـــا يماثـــل استخدامنا للكلام، مظهر ظل يوسع دائما من نطاقه.

نحن نرى بعضا من "أثر لحفرية إدراكية" للصفة الوراثية للســـيبورج، فـــى التسلسل التاريخى للتكنولوجيات الإدراكية الفعالة التى بدأت بالكلام والعـــد، وقـــد تشكلا أولا فى النص والأرقام المكتوبة، ثم فى الطباعـــة القديمـــة (دون حـــروف مطبعية متحركة)، ووصولا إلى ثورات حروف الطباعة المتحركة وآلة الطبع، ثـــم أحدث ما وصلنا له من التشفيرات الرقمية التى تجعل النص، والصوت، والصورة

---

(٣٠) المنهى، وحواء ٨، وسلك الكابل كلها أفلام خيال علمى فيها شخصيات سيبورجية. (المترجم)

داخل شكل متسق صالح للنقل على نطاق واسع. ما إن تم إنشاء هذه التكنولوجيات وسرت فى شتى الأجهزة والمؤسسات التى تحيط بنا، حتى أدى ذلك إلى ما يتجاوز كثيرا مجرد أنها تتيح التخزين الخارجى للأفكار ونقلها. إنها تشكل سلسلة من الارتقاء فى المنتج العقلى، تكدسات إدراكية يحدث فيها تعديل وتحويل المعمار الفعال للعقل البشرى.

هناك بالإضافة إلى ذلك تصاعد فى استخدام هذه التكنولوجيات الإدراكية والمدى الذى تصل إليه ومدى قدراتها على التحويل. هناك موجات جديدة من التكنولوجيا الحساسة للمستخدم ربما ستصل سريعا بهذه العملية القديمة إلى ذروتها، مع ما يتواصل من تزايد اتجاه عقولنا وهويتنا إلى الوقوع عميقا فى شبكة قماشة لابيولوجية من الماكينات، والأدوات، والدعامات، والشفرات، وأشياء شبه ذكية فى الحياة اليومية.

الواقع أننا نحن البشر ظللنا دائما بارعين فى تعشيق عقولنا ومهارتنا مع شكل الأدوات التى توجد لدينا حاليا هى والأجهزة المساعدة. ولكن عندما تبدأ هذه الأدوات والأجهزة المساعدة فى التعشيق وراء – عندما تواصل تكنولوجياتنا أن تقوم أوتوماتيكيا وبنشاط بتكييف أنفسها علينا حسب المقاس، تماما بما يماثل ما نفعله لها – يصبح الخط الفاصل بين الآلة والمستخدم مهلهلا بالفعل. ستصير هذه التكنولوجيات أقل اتصافا بأنها مثل الأدوات وأكثر اتصافا بأنها مثل جزء من الجهاز العقلى للشخص. وهى ستظل تعد كأدوات فحسب بالمعنى الغث، وهو معنى فيه فى النهاية مفارقة حيث سيعد أيضا كأدوات ما يوجد لدى من بنى عصبية تخصنى وتعمل باللاوعى. (بنى مثل حصين مخى، وقشرته الجدارية الخلفية)، أنا واقعيا لا "أستخدم" مخى؛ والأولى، أن عمليات المخ جزء مما يجعل لى هوية ويجعلنى ما أكون. وهذا أيضا هو الأمر بالنسبة لهذه الموجات الجديدة من التكنولوجيات الحساسة المتفاعلة. كلما أصبحت عوالمنا أحذق وكلما توصلت إلى معرفتنا بأفضل وأفضل، يصبح من الأصعب والأصعب أن نقول أين يقف العالم ويبدأ الشخص.

ما هي هذه التكنولوجيات؟ إنها كثيرة ومختلفة. وهي تتضمن ماكينات فعالة محمولة تصل بين المستخدم وشبكة تتزايد استجابة، شبكة ويب العالمية. ولكنها تتضمن أيضا ما قد يكون في النهاية أكثر أهمية، التحسين التدريجي والاتصال البيني المتزايد لأشياء الحياة اليومية الكثيرة التي تحتشد في بيوتنا ومكاتبنا.

على أن هدفي المباشر ليس في أن أتحدث عن التكولوجيا الجديدة وإنما أن أتحدث عن أنفسنا، أتحدث عن إحساسنا بالذات وعن طبيعة العقل البشري. النقطة المهمة ليست في أن أخمن ما ربما سنصير إليه سريعا، وإنما أن نقدر على نحو أفضل ما نحن عليه بالفعل: كائنات لها عقول خاصة، وسبب ذلك على وجه الدقة أنها قد صنعت حسب الطلب لتمزج معا، ولتتوافق مع، حيل عصبية، وجسدية، وتكنولوجية.

أحسن ما تفهم عليه التكنولوجيات الإدراكية هو أنها أجزاء عميقة ومتكاملة من منظومات حل المشاكل التي تكون الذكاء البشري. وأفضل طريقة للنظر إليها هي أنها أجزاء من الجهاز الحوسبي الذي يكون عقولنا. إذا لم نر ذلك دائما، أو إذا بدت الفكرة لنا أجنبية أو سخيفة، سيكون سبب ذلك أننا واقعون في أسر رأي بسيط متحيز: الانحياز إلى أن كل ما له أهمية بالنسبة للعقل يجب أن يعتمد اعتمادا وحيدا على ما يجري داخل قربة الجلد البيولوجية، داخل القلعة العتيقة للجلد والجمجمة. ولكن هذه القلعة إنما بنيت من أجل أن تخترق. إنها بنية تكمن ميزتها جزئيا في قدرتها على أن تحرك برهافة أنشطتها لتشارك مع موارد النظام الخارجية اللابيولوجية بحيث يكون الهدف (الأصلي) هو الوصول إلى حل أفضل لمشاكل البقاء والتكاثر.

هيا ننظر في مثل مختصر إلا أن فيه ما يمثل الأمر، العملية المألوفة لكتابة مقال لصحيفة، أو ورقة بحث أكاديمية، أو فصل في كتاب. عندما نجابه في النهاية بالمنتج النهائي المصقول، ربما نجد أنفسنا ونحن نهنئ عقلنا على عمله البارع. ولكن هذا فيه ما يضلل. السبب في أنه مضلل ليس ببساطة لأن معظم الأفكار (كالمعتاد) لم تكن بأي حال من أفكارنا الخاصة، ولكن السبب أن البنية والشكل وتدفق المنتج النهائي كثيرا ما تعتمد اعتمادا شديدا على الطرائق المعقدة التي يتعاون المخ فيها ويعتمد بها على شتى المعالم الخاصة للوسائط والتكنولوجيات

التى يتفاعل معها باستمرار. نحن ننحو إلى أن نفكر فى أمخاخنا على أنهـا نقطـة المصدر لكل المحتوى النهائى. ولكننا عندما ننعم النظر بدقة أكثر، ربما نجد فـى كثير من الأحيان أن المخ البيولوجى قد أسهم فى بعـض حلقـات لولبيـة فعالـة ومتكررة من خلال البيئة الإدراكية التكنولوجية.

ربما نكون قد بدأنا بالنظر فى بعض المذكرات القديمة، ثم تحولنا إلى بعض المصادر الأصلية. وبينما نحن نقرأ، يولد مخنا بعـض اسـتجابات قليلـة فوريـة متشظية، تكون فيما ينبغى مخزونة كملاحظات على الصفحة أو فى الهامش. وتتكر الدورة، وتتوقف لتدور ثانية فى لولب مرتد إلـى الخطـط والرسـوم التخطيطيـة الأصلية، لتعدلها بالأسلوب نفسه المتشظى الفورى. هذه العملية من النقد، وإعـادة التنظيم، وزيادة الانسيابية، والتربيط، كلها تتنـور عميقـا بالمعلومـات بواسـطة الصفات المحددة للوسائط الخارجية، التى تتيح لتسلسل من التفاعلات البسـيطة أن يصبح منظما ويتنامى إلى شىء يشبه الحجة. ودور المخ فى هذا حاسم وخـاص، ولكنه ليس بكل القصة.

الحقيقة أن قوة وجمال دور المخ هى أنه يعمل كعامل وسيط فـى عمليـات مختلفة معقدة ومتكررة تواصل إكمال الحلقة اللولبية بين المخ، والجسـد، والبيئـة التكنولوجية. وهذه المنظومة الأكبر هى التى تحل المشاكل. وهكذا فإننـا نواجـه بالمعادل الإدراكى لرؤية ريتشارد دوكنز للمظهر الممتد[٣١]. عملية الذكاء "تكـون" بالضبط العملية الممتدة مكانيا وزمانيا التى تنطلق فى خط متعـرج بـين المـخ، والجسد، والعالم.

إحدى الطرائق المفيدة لفهم الدور الإدراكى للكثير من تكنولوجياتنا الإدراكية التى تتكون ذاتيا هى اعتبار أنها قادرة على أداء عمليات تكميلية لتلك التى تتـأتى على نحو جد طبيعى لأمخاخنا البيولوجية. ولننظر صورة "النظرية الوصـلية"[٣٢] للمخ البيولوجى على أنها عن أجهزة لتكميل النمط. تبرع هذه الأجهزة فـى ربـط

---

(٣١) ريتشارد دوكنز عالم وراثيات إنجليزى معاصر ومشهور بكتبه الجماهيرية عن الوراثة والداروينيـة، ومنها كتاب "المظهر الممتد ". (المترجم)

(٣٢) النظرية الوصلية نظرية بأن الوصلات بين العصبونات هى التى تحكم السلوك والتفكير. (المترجم)

أنماط المدخل الحسى الجارى مع المعلومات المترابطة: تسمع أول مقاطع من إحدى الأغانى فتتذكر الباقى، ترى ذيل الجرذ فتستحضر فى الذهن صورة الجرذ. هكذا يثبت أن الأجهزة الحوسبية من هذا النوع العريض ماهرة أقصى المهارة فى مهام مثل التنسيق الحسى الحركى، والتعرف على الوجوه، والتعرف على الأصوات، وهلم جرا. ولكنها ليست مهيأة على نحو جيد للمنطق الاستنباطى، والتخطيط، والمهام النمطية للتسلسل العقلى. وهى بصفة عامة تبرع كعلامة تجارية للعبة قرص المرمى البلاستيكى، ولكنها سيئة فى المنطق، وهذا البروفيل الإدراكى هو معا مألوف وأجنبى. مألوف لأن من الواضح أن الذكاء البشرى فيه بعض شىء من تلك النكهة، ولكنه أجنبى، لأننا نكرر تجاوز هذه الحدود، ونخطط لقضاء عطلات عائلية، وندير الاقتصادات، ونحل مشاكل تسلسلية معقدة، وهلم جرا.

ثمة فرض له فعاليته - لاقيته لأول مرة فى بحث لعلماء الإدراك دافيد روملهارت، وبول سمولنسكى، وجون ماك كليلاند، وجوفرى هنتون - وهو أننا نتجاوز هذه الحدود فى أغلبها بأن نولف بين العملية الداخلية لأحد الأجهزة الوصلية التى تكمل النمط وبين أنواع مختلفة من العمليات الخارجية والأدوات التى تفيد فى أن نختزل مختلف المشاكل التسلسلية المركبة إلى مجموعة منظمة من عمليات أبسط لتكملة النمط، تكون من النوع الذى ترتاح إليه أمخاخنا كل الراحة. وبالتالى، فإننا باستعارة الصورة التوضيحية لهؤلاء العلماء، قد نعالج مشكلة عملية ضرب مطولة، مثل ضرب ٦٦٧ × ٩٩٩ بأن نستخدم قلما، وورقة، ورموزا رقمية. ثم ننشغل فى عملية من تناولات وتخزين لرموز خارجية، حتى نختزل المشكلة المعقدة إلى تسلسل من خطوات بسيطة لاستكمال النمط تكون مما نسيطر عليه من قبل، فنضرب أولا ٩ × ٧ ونختزن النتيجة على الورق، ثم نضرب ٩ × ٦، وهلم جرا.

ألف عالم الأنثروبولوجيا الإدراكية إدوين هتشينز كتابا عنوانه "الإدراك فى البرية"، وفيه يوصف الدور العام للتكنولوجيات الإدراكية بلغة مشابهة، طارحا أن هذه الأدوات "تتيح (للمستخدمين) أداء المهام التى يلزم أن تؤدى فى أثناء أداء أمور

من النوع الذى يتقن الناس أداءه: التعرف على الأنماط، ونمذجة الديناميات البسيطة للعالم، ومعالجة الأمور فى البيئة". يتضمن هذا الوصف على نحو بارع أفضل ما يوجد بالنسبة للأمثلة الجيدة من التكنولوجيا الإدراكية: الحزم الحديثة لمعالجة الكلمات، ومتصفحات ويب، ونظم الفأر والأيقونة، وما أشبه. (وبالطبع فإن هذا يطرح علينا أيضا ماذا كان الخطأ فى الكثير من محاولاتنا الأولى لخلق هذه الأدوات؛ سنجد أن المهارات التى نحتاجها لاستخدام هذه البيئات - مثل الأجهزة الأولى لمسجلات الفيديو كاسيت، ومعالجة الكلمات، إلخ - هى بالضبط المهارات التى تجد الأمخاخ البيولوجية أنها الأصعب فى دعمها، مثل استحضار وتنفيذ عمليات طويلة فى تتابعات هى أساسا تعسفية).

وإذن فإن ما نحدسه هو أن إحدى الوثبات الكبيرة أو الانقطاعات فى تطور الإدراك البشرى تتضمن طريقة متميزة يحدث فيها أن الأمخاخ البشرية تكرر تكوين واستغلال أنواع مختلفة من التكنولوجيا الإدراكية حتى توسع وتعيد تشكيل فضاء العقل البشرى. فنحن نعمل بأكثر من أى كائن آخر فوق كوكبنا، على إعادة نشر العناصر اللابيولوجية (الأجهزة، والوسائط، والملاحظات) لاستكمال أساليبنا البيولوجية الأساسية للمعالجة (ولكن ليس لتكرارها نمطيا)، وبالتالى نكون نظما إدراكية ممتدة تكون بروفيلاتها الحوسبية هى وبروفيلاتها لحل المشاكل مختلفة تماما عن تلك التى للمخ المجرد. الأمخاخ البشرية تبقى على نشاط إدراكى معقد مع وجود بيئة جديدة غير مسبوقة إيكولوجيا لها قدرات تمكينية هائلة: عالم الرموز، والوسائط، والتمسك بما هو شكلى، والنصوص، والكلام، والآلات، والثقافة. هكذا تتدفق الدورة الحوسبية للإدراك البشرى فى الداخل من الرأس وكذلك أيضا فيما يتجاوز الرأس.

هذه النقطة ليست جديدة وقد بينها بوضوح مختلف المنظرين العاملين فى تراثات تقليدية كثيرة مختلفة. على أنى أعتقد أن فكرة أن الإدراك البشرى يبقى مستمرا فى معمار مهجن ممتد - معمار يتضمن جوانب من المخ وجوانب من الغلاف الإدراكى والتكنولوجى الذى تتنامى وتعمل فيه أمخاخنا - هذه الفكرة قد

ظل يبخس تقديرها إلى حد واسع. والأمر ببساطة أننا لا يمكن أن نأمل فى أن نفهم ما هو خاص وشديد القوة إلى حد متميز فى كل من الفكر والعقــل البشــرى بــأن نكتفى لا غير بأن نتفوه شفويا بلا فاعلية بكلمات تدور حول أهمية هذه الشبكة مــن التكنولوجيات المحيطة بنا. نحن فى حاجة إلى العمل على فهم تفصيلى بدرجة أكبر كثيرا لطريقة عمل المخ بنشاط للتعشيق بين الأنشطة التى يحل بها المشاكل وبــين أنواع مختلفة من الموارد اللابيولوجية، وكيف يحدث للنظم الأكبر التى تتكون هكذا أن تعمل، وتغير، وتتفاعل، وتتطور. وبالإضافة، ربما سيكون من المهــم ســريعا (أخلاقيا، واجتماعيا، وسياسيا) أن نفكك علنا الروابط بين جــوهر الأفكــار عــن العقول والأشخاص وبين صورة الحدود، والخصائص، والمواضع، والقيــود لــدى الكائن البيولوجى القاعدى.

هناك سؤال مهم ينبغى التأكيد عليه: لا يوجد أى نوع آخر فوق كوكبنا يبنى مثلنا بيئات تصميمية بمثل هذا التنوع والتعقد والنهايات المفتوحة (على كــل، فــإن ثمة دعوى بأن هذا هو السبب فى أننا لنا هكذا خصوصيتنا)، ما الذى أتــاح لهــذه العملية أن تنطلق محلقة بنوعنا بمثل هذه الطريقة الرائعة؟ أليس ذلك، أيا ما يكون، هو مايهم حقا؟ أو إذا صغنا الأمر بطريقة أخرى، إذا كانت بيئات التصــميم هــى التى تجعلنا أذكياء هكذا، أليس الأمر أن هناك بعض اختلاف بيولوجى عميق هــو الذى يتيح لنا أن نبنيها / أو نكتشفها / أو نستخدمها فى المقام الأول؟

هذا سؤال خطير، ومهم، ولم يحل إلى حد كبير. من الواضح أنه يجــب أن يكون هناك بعض اختلاف بيولوجى (ربما يكون صغيرا نوعا) هو الذى يتيح لنــا أن نولج قدمنا الجماعية داخل باب التصميم - البيئة. ما الذى يمكن أن يكونه هــذا الاختلاف؟ إحدى القصص الممكنة تحدد موضع الاختلاف فى ابتكار بيولوجى هو اللدونة واسعة الانتشار فى قشرة المخ وقد تولف معها فترة زمنية طويلة من التعلم تحت الحماية تسمى فترة الطفولة. وبالتالى فإن علماء البنائية العصبية مثل ســتيف كوارتز وتيرى سيجنوسكى يصفون النمو العصبى (خاصة لقشرة المخ) على أنــه يعتمد على الممارسة وأنه يتضمن البناء الفعلى لدورة عمل عصبية جديدة (مشابك،

ومحوارات، وغصون)[٣٣] بحيث إن الأمر ليس مجرد ضبط دقيق لدورة عمل قد تحدد من قبل مالها من أشكال وصيغ أساسية. إحدى نتائج ذلك أن أداة التعليم نفسها تتغير كنتيجة للتفاعلات بين الكائن الحى والبيئة. لا يقتصر التعليم على أنه يعدل فحسب قاعدة المعرفة بالنسبة لجهاز حوسبة ثابت؛ وإنما هو يعدل أيضا نفس المعمار الحوسبى الداخلى. وبالتالى فإن البيئات اللغوية والتكنولوجية التى تنمو فيها الأمخاخ البشرية وتتطور تصبح مهيأة لأن تقوم بوظيفتها كنقط ارتكاز تتكيف وتتلاءم من حولها تلك الموارد العصبية المرنة.

ربما يكون من الخطأ إذن أن نفترض وجود "طبيعة بشرية " ثابتة بيولوجيا لها غلاف بسيط من الأدوات والثقافة، ذلك أن الأدوات والثقافة لهما دورهما فى تحديد طبيعتنا بقدر يماثل دورها كمنتجات لطبيعتنا. أمخاخنا (بالطبيعة) لدنة إلى حد غير معتاد؛ وحتى تؤدى بيولوجيا وظيفتها على الوجه الصحيح ظل ذلك يتطلب دائما حشد واستغلال ودعامات وسقالات غير بيولوجية. نحن البشر، بأكثر من أى كائن آخر فوق كوكبنا، قد انبثقنا "كسيبورجات مولودة طبيعيا"، قام مصنعها بتعديلها وإنضاجها حتى تكون مهيأة لأن تنمو إلى كيانات معمارية ممتدة إدراكيا وحوسبيا، كيانات معمارية حدودها الشاملة تتجاوز إلى حد بعيد حدود الجلد والجمجمة.

يضيف هذا كله تعقدا مثير للاهتمام إلى تلك التفسيرات السيكولوجية التطورية التى تؤكد على أهمية بيئات أسلافنا. ذلك أننا يجب الآن أن نأخذ فى الحسبان أن هناك غلافا تطوريا لدنا إلى حد استثنائى ينتج عنه دائما هدف يتحرك تحركا مستمرا، معمار إدراكى ممتد يمكن انتظامه أساسا فى تفتحه المستمر للتغير. وحتى عندما نسلم بأن الابتكارات البيولوجية التى تجعل هذه الكرة تتدحرج قد تكونت فقط من بعض تكييفات صغيرة فى مخزون لذخيرة سلفية، فإن نتيجة هذا التعديل الرهيف تكون وثبة مفاجئة هائلة فى فضاء المعمار الإدراكى. ماكينتنا الإدراكية مسارها يتسارع الآن على نحو متأصل فى تحول وتوسع يتأسسان على

(٣٣) أجزاء من الشبكة العصبية فى الجهاز العصبى. (المترجم)

التكنولوجيا، وفى عملية تتضخم ككرة الثلج وتتواصل ذاتيا، هى عملية للتنامى حوسبيا وتمثيليا. ماكينة العقل البشرى المعاصر تتغرز جذورها فى عملية تقدم بيولوجى متضايف، بينما هى موجودة فى نفس الوقت على الجانب البعيد من جرف شديد الانحدار فى فضاء المعمار الإدراكى.

الخلاصة، أن مشروع فهم الفكر والعقل البشرى أمر يسهل ويتكرر أن يساء فهمه. فهو يساء فهمه كمشروع لفهم وجه الخصوصية فى المخ البشرى. لاريب أنه يوجد شىء خاص فيما يتعلق بأمخاخنا. ولكن فهمنا لبروفيلاتنا الخاصة كمتعقلين، ومفكرين، وعارفين لعوالمنا يتطلب حتى منظورا أوسع: يتطلب منظورا يستهدف العديد من الأمخاخ والأجساد التى تعمل فى بيئات تم بناؤها بوجه خاص وهى مفعمة بالمصنوعات، والرموز الخارجية، وكل تلك السقالات المنوعة من العلم، والفن، والثقافة.

يتطلب فهم ما هو متميز بالنسبة للعقل البشرى أن نفهم الإسهامات المتكاملة للبيولوجيا معا هى والتكنولوجيا (بالمعنى الواسع)، وكذلك أيضا الأنماط التبادلية الكثيفة إلى تجرى بينهما بفعل التأثيرات السببية والمصاحبة للتطور. لن نستطيع أن نرى أنفسنا رؤية صحيحة إلا إذا رأينا أنفسنا على أننا سيبورجات الطبيعة التى تنتمى إليها كل الانتماء، هجن إدراكية تحتل على نحو متكرر مناطق من فضاء التصميم تختلف جذريا عن تلك التى كانت عند أسلافنا البيولوجيين: ولاريب أن المهمة الشاقة الآن هى أن نحول كل هذا من مجرد رسم تخطيطى انطباعى إلى تفسير علمى متزن للعقل الممتد.

عقول الحيوانات

مارك د. هاوزر[٣٤]

أخذنا فى أبحاثى الخاصة ننظر فى أنواع الحوسبة التى تكون الحيوانات هى والأطفال الرضع من البشر قادرين عليها عند تفاعلهم مع العالم الفيزيقى والاجتماعى. فنحن نود أن نفهم الطريقة التى تطورت بها هذه القدرات والطريقة التى تقيد بها التفكير.

(٣٤) مارك د. هاوزر عالم فى علم الأعصاب والإدراك فى جامعة هارفارد، حيث يعمل أستاذا بكلية هارفارد، وأستاذا فى قسم علم النفس وبرنامج العلوم العصبية، ومديرا لبرنامج العقل، والمخ، والسلوك. وهو مؤلف "تطور التواصل"؛ و"الحيوانات البرية"؛ وكتابين آتيين فى الطريق، "الناس، أو الحيوانات الأليفة، أو الملكية؟" و"ما يجب: حتمية القواعد الأخلاقية الشاملة".

تتعلق بعض المشاكل التى ظللنا نتناولها فـى العلـوم العصـبية والعلـوم الإدراكية بالحالة الأصلية للكائنات الحية. ما الذى تكون الحيوانات، بما فيها البشر، مجهزة به عندما تأتى إلى هذا العالم؟ ما الأدوات العقلية التى تكون لديهم ليتغلبـوا بها على مشاكل العالم الفيزيقى والاجتماعى؟ هناك بعض وهم فى العلوم العصـبية بأننا قد أخذنا نفهم حقا طريقة عمل المخ. ألقى نعوم شومسكى مؤخرا حديثا عنوانه "اللغة والمخ"، حذر فيه علماء الأعصاب من قلة ما نعرفه، خاصة عنـدما يتعلـق الأمر بفهم الطريقة التى يتناول بها المخ اللغة.

هاكم الفكرة التى عالجها شومسكى، والتى أعتقد أنها صحيحة، وتشكل جزءا جوهريا من طريقة التناول التى أتبعها فى بحثى. عنـدما ننظـر أمـر منظومـة إدراكية، سنحتاج إلى الإجابة عن ثلاثة أسئلة. الأول، ما الذى يكون المعرفة فـى مجال معين، مثل اللغة أو الموسيقى أو الأخلاقيات؟ والثانى، ما طريقة اكتساب هذه المعرفة؟ والثالث، ما طريقة استخدام هذه المعرفة فى العالم؟ دعنا نأخـذ منظومـة بسيطة جدا تصلح جيدا فى أداء نوع من الحوسبة يتأسس على نـوع معـين مـن معرفة العالم: نحل العسل: هذه الحشرة دقيقة الحجـم - بمخهـا دقيـق الحجـم، وجهازها العصبى البسيط - لها القدرة على نقل معلومات إلى مسـتعمرتها تـدور حول المكان الذى كانت فيه وما الذى أكلته، وهذه المعلومات تتسم بدرجة من الدقة تكفى لأن تجعل أعضاء المستعمرة يتمكنون من أن يذهبوا منطلقين للعثـور علـى الطعام. ونحن نعرف أن هذا النوع من المعلومات مشفر فى الإشارات بسبب مـا اكتشفناه من نحلة روبوتية، برمجت لترقص بطريقة معينة ولأن تكرر سلوك النحلة الحقيقية؛ نستطيع أن نرمى هذه النحلة الروبوت وسط إحـدى المسـتعمرات، وأن نجعلها ترقص بأسلوب مخالف، وسيحصل أعضاء الخلية على هـذه المعلومـات وينطلقون إلى الموضع المحدد. ولكننا عندما نرجع خطوة للوراء لنسأل؛ "ما الـذى نعرفه عن الطريقة التى يتمثل بها (مخ) النحلة هذا النوع من المعلومات؟ " ستكون الإجابة " نحن تقريبا لا نعرف أى شىء". ففهمنا للطريقة التى يتمثل بها مخ النحلة رقصتها - أى لغتها - هو فهم سيئ. وذلك مع أننا ننظر لا غير أمر جهاز عصبى

بسيط نسبيا، خاصة عندما نقارنه بالجهاز العصبى البشرى. وهذا الاستنتاج ليس فيه أى شيء يقوض التقدم الذى أنجزه باحثو النحل عندما وثقوا ما يعرفه النحل عن العالم، والطريقة التى يعرف بها النحل ذلك، والطريقة التى ينشره بها. إن ما يفوتنا فهمه، أو على الأقل مانسيء فهمه، هو الطريقة التى يتمثل بها مخ النحلة ما يعرفه، والطريقة التى يكتسب بها المخ هذه المعلومات وينشرها.

النقطة الرئيسية عند شومسكى هى أن ما نعرفه عن طريقة تمثل المخ البشرى للغة هو عند مستوى معين شيء تافه. توصل علماء الأعصاب إلى أوجه تقدم كثيرة، بحيث إننا نعرف ما هى مناطق المخ، التى عندما تصاب بالتلف، ستمحى بعض جوانب من القدرة اللغوية؛ وكمثل فإن تلف منطقة معينة من المخ ينتج عنه فقدان تمثل الحروف الساكنة، بينما ينتج عن تلف منطقة أخرى فقدان تمثل الحروف المتحركة. ولكننا لا نعرف إلا القليل نسبيا عن طريقة تمثل دورة عمل المخ للحروف الساكنة والمتحركة. مازالت هناك هوة واسعة جدا بين الفهم الحالى للمخ فى علم الأعصاب وبين فهم تمثلات مثل اللغة.

ثمة نقطة لها علاقة بالموضوع تختص بالطريقة التى تطور بها ما هو داخلى من حوسبيات وميكانزمات تكمن فى الأساس من اكتساب المعرفة. ولننظر أمر اللغة مرة أخرى. فى وسعنا أن نسأل عما إذا كانت الحيوانات الأخرى تتشارك معنا فى هذه القدرة. وإذا لم تكن كذلك، فهل السبب هو أن الحيوانات تنقصها الحوسبيات الداخلية أو أن السبب هو قيود تقبع خارج القدرة اللغوية البحتة، مثل عدم كفاية الذاكرة أو القدرة على المحاكاة؟ سنجد فى الرئيسيات أن فصوص المخ الجبهية، التى تلعب دورا فى تخزين التمثلات على المدى القصير، قد تم فيها تغير هائل عبر الزمن. وبالتالى فإن القردة العليا، أوثق أقاربنا الأحياء، ليس لديها فيما يحتمل البنى العصبية التى تتيح لها أداء أنواع الحوسبة اللازمة للقيام بمعالجة اللغة، بما فى ذلك الاحتفاظ بخيط طويل من التعبيرات فى العقل من أجل معالجة المعنى. أخذنا فى أبحاثى الخاصة ننظر فى أنواع الحوسبة التى تكون الحيوانات هى والأطفال الرضع من البشر قادرين عليها عند تفاعلهم مع العالم الفيزيقى

والاجتماعى. فنحن نود أن نفهم الطريقة التى تطورت بها هذه القدرات والطريقة التى تقيد بها التفكير.

حيثما تقوم الطبيعة بتكوين منظومات تبدو ذات نهاية مفتوحة ومولدة للنتائج، نجد أن هذه المنظومات تستخدم مجموعة منفصلة من عناصر قابلة للتوليف. والسؤال الذى نستطيع أن نلقيه فى علم البيولوجيا هو، "ما نوع المنظومات التى تكون قادرة على القيام بتلك الأنواع من العمليات الحوسبية؟" يبدو أن الكثير من الكائنات الحية لها القدرة على أداء حوسبات إحصائية بسيطة، مثل الاحتمالات المشروطة التى تركز على توابع محلية: "إذا" حدث (أ) سيحدث "إذن" (ب). هناك الكثير من الحيوانات التى يبدو أنها قادرة على ذلك. ولكننا عندما نخطو إلى المستوى التالى فى التراتب الحوسبى – المستوى الذى يتطلب إدراك التكرار – سنجد قيودا هائلة عند الحيوانات كما عند الرضع من البشر – وكمثل فإن الحيوان الذى يستطيع أداء "إذا كان (أ) إذن (ب)" سيجد صعوبة كبيرة فى أداء "إذا كان (أ) مكررا حتى (ن) إذن تكون (ب) مكررا حتى (ن)". سيكون لدينا الآن حلقة لولبية، قاعدة ترجع إلى نفسها وتولد نسبيا مدى لا حدود له من التعبيرات. إذا كانت الحيوانات محرومة من هذه القدرة، وهى فيما يبدو محرومة منها حقا، سنكون إذن قد تعرفنا على قيد تطورى. طور البشر القدرة على إدراك التكرار، وقد أدى هذا النوع من الحوسبة إلى تحريرنا تحريرا هائلا، وأتاح لنا أداء الحسابات وكذلك أداء اللغة. وهذه المنظومة من أخذ العناصر المنفصلة وتوليفها معا هى ما يمنح الوارثيات والكيمياء بنيتهما ذات النهاية المفتوحة. وباعتبار هذا النمط، ستكون الأسئلة المثيرة للاهتمام هى: ما الضغوط الانتخابية التى أدت إلى تطور منظومة إدراك التكرار؟ ما السبب فى أن البشر فيما يبدو هم الكائنات الوحيدة فوق كوكبنا، والمنظومة الطبيعية الوحيدة، التى لديها هذه القدرة؟ ما الضغوط التى كونت هذه القدرة؟

وفيما يتعلق بالذكاء الاصطناعى، ما هى أنواع الضغوط التى تؤدى بمنظومة الذكاء الاصطناعى إلى هذه النقطة النهائية؟ إحدى المشاكل المثيرة للاهتمام بالنسبة للمنظومات البيولوجية الطبيعية والمنظومات الاصطناعية هى ما

إذا كان يمكن أن يلتقى الاثنان. ما هى أنواع الضغوط التى تؤدى إلى القدرة على إدراك التكرار؟ لا تزودنا البيولوجيا المقارنة حاليا بأى لمحة مفيدة فى ذلك، لأننا ببساطة لدينا نقطتان نهائيتان، البشر الذين لديهم هذه القدرة والكائنات الحية الأخرى التى يبدو أنها ليست لديها هذه القدرة. مازالت هذه المنطقة من التحول التطورى منطقة معتمة.

الأسئلة الكبيرة التى فى ذهنى هى تلك الأسئلة التى ليس لدينا إجابة عنها: أسئلة مثل، "لماذا يكون نوع " الهوموسابيينز " النوع الوحيد الذى يذرف دموعا عندما يبكى؟" الانفعالات التى تثير الدموع يتشارك فيها معا البشر والحيوانات، ومع ذلك فنحن النوع الوحيد الذى يولد مخرجا فيزيقيا لتلك الانفعالات. عندما ننظر إلى البكاء من منظور تطورى، وهذا أمر لم يتم إجراؤه فى الواقع، سنبدأ فى الحصول على بعض الإجابات. البكاء، بخلاف كل التعبيرات الانفعالية الأخرى يخلف أثرا فيزيقيا طويل المدى. وهو يعشى البصر، وبالتالى فهو مكلف. وهو أيضا مما يصعب جدا تزييفه. وهذا يطرح فكرة اقترحها البيولوجى التطورى أموتز زاهافى من سنوات كثيرة: الإشارات التى يكون أداؤها مكلفا هى إشارات أمينة؛ نستطيع أن ننظر إلى إحدى الإشارات ونستنتج مدى أمانتها على أساس تكلفة التعبير. والبكاء هو بالإمكان إحدى هذه الإشارات الأمينة؛ بل إن من المهم للممثلين أن يخبروا الإحساس بالفعل قبل أن يتمكنوا من توليد التعبير، وحتى عند ذلك يكون من الصعب عليهم فعل ذلك على نحو طبيعى. نحن نعرف أن الحيوانات تخبر الحزن، على أن من الصعب القول بما إذا كانت تخبر الابتهاج، ولكنها ولاريب لديها الانفعالات التى تصاحب البكاء بالدموع، حتى وإن لم يكن لديها هذه الصلة فى المخ. وليس الأمر أن الحيوانات لا تذرف دموعا، ذلك أنها تفعل ذلك عندما تتهيج أعينها فيزيقيا؛ ولكن الأمر هو أنها ينقصها بعض صلة عصبية بين الحالة النفسية التى تكمن فى الأساس من الانفعال والصلة بالمنظومة التى تكون الدموع. عندما نقول إنها ينقصها هذه الصلة فى المخ فإن هذا فيه إجابة على مستوى واحد من التحليل، مستوى الميكانزم: ما هى ميكانزمات المخ التى تدعم البكاء؟ يكون مما يثير الاهتمام بأكثر أن نتخذ طريقة التناول التطورية ونسأل عن

السبب فى أننا نبكى بدموع بينما الحيوانات الأخرى لا تفعل ذلك. والإجابة هى أن البكاء تعبير ينقل بأمانة.

ظللت طوال السنوات المعدوده الأخيرة أستخدم الأدوات النظرية للبيولوجيا التطورية من أجل إلقاء أسئلة حول تصميم عقول الحيوانات. هناك فكرة بأن دور البيئة فى التكيف التطورى قد تحدد بفترة الصيادين /جامعى الثمار فى عصر البليو- البليستيسين[٣٥]، وإذا كان هذه الفكرة صادقة بالنسبة لبعض جوانب العقل البشرى فإنها فيما يحتمل خطأ بالنسبة لجوانب أخرى كثيرة. كيف تقوم الكائنات الحية بالملاحة خلال المكان؛ كيف تقوم بعد الأشياء فى بيئتها؟ من المحتمل أن هذه الجوانب تتشارك فيها حيوانات مختلفة اختلافا واسعا. بدلا من أن نقرر أن العقل البشرى قد تطور واتخذ شكله فى أثناء فترة البليو - البليستيسن، سيكون الأكثر ملاءمة أن نتساءل عما حدث فى هذه الفترة وأدى إلى تكوين بصمة معينة للعقل البشرى لا توجد فى الحيوانات الأخرى.

أخذت أنظر فى مجالات مختلفة من المعرفة وأنا أتساءل عما تكونه الضغوط الانتخابية التى شكلت الطريقة التى تفكر بها الكائنات المختلفة. أحاول أن أبتعد عن طريقة التناول الشائعة فى التفكير حول البشر، وتطور البشر، وإدراك الحيوانات، طريقة تؤدى إلى أن البشر متفردون، وهذه هى نهاية القصة. على أن "كل" الحيوانات متفردة، والسؤال الذى يثير الاهتمام حقا هو عن الطريقة التى صممت بها عقول الحيوانات بواسطة مشاكل اجتماعية وإيكولوجية معينة تلقى بها البيئة على الحيوانات. وكمثل، بدلا من أن نقرر أن البشر متفردون، دعنا نسأل: ما الضغوط التى واجهها البشر ولم يواجهها حيوان آخر وأدت إلى تكوين انتخاب لتطور اللغة؟ لماذا تستطيع الكائنات الحية الأخرى أن تتدبر أمرها بأنواع منظومات الاتصال التى لديها؟ لماذا طورنا نحن رؤية الألوان؟ لماذا لم تطور الكائنات الأخرى رؤية الألوان؟ لماذا تستطيع حيوانات معينة أن تقوم بالملاحة فى

---

(٣٥) البليوسين خامس عصور حقب الحياة الحديثة، وكثرت فيه الأحياء الحديثة وبدأ ظهور الإنسان وانتهى من حوالى ٢ مليون سنه. والبليستيسين سادس عصور حقب الحياة الحديثة، وانقرضت فى أثنائه الثدييات العظيمة وبزغ فجر الثقافة الفكرية والصناعية. (المترجم)

الفضاء باستخدام ميكانزم بسيط مثل تقدير الموضع، بينما تكون حيوانات أخرى فى حاجة لأنواع أخرى من الماكينات حتى تستطيع التحرك فى الفضاء؟ لماذا قد نكون الحيوانات الوحيدة، أو ربما أحد الأنواع القليلة من الحيوانات، التى لها القدرة على صنع استنتاجات حول ما يعتقده ويرغب فيه الأفراد الآخرون؟

تؤدى هذه الطريقة فى تناول دراسة الحيوانات والبشر إلى أن تجلب هذين الفرعين من المعرفة معا لأول مرة وهما يتسلحان بمناهج المقارنة العلمية الجديدة. نحن ندخل الآن فى فترة من دراسة عقول الحيوانات نستطيع فيها استخدام تكنيكات هى فى جزء منها قد نشأت عن دراسة البشر، خاصة الأطفال الرضع من البشر؛ ونجد بالعكس أن المناهج التى نشأت عن دراسة الحيوانات يستخدمها الآن علماء الإدراك الذين يدرسون البشر. وهناك أحد أمثلة ذلك: هناك باحثون يدرسون تنامى الإدراك، مثل سوزان كارى، وإليزابيث سبيلك، ورينيه بيلارجيون، وقد استخدم هؤلاء تكنيكا جديا فيه سؤال للأطفال الرضع من البشر – وهم بالطبع ينقصهم وجود منظومة لغوية وظيفية – ويدور هذا السؤال حول طريقة تفكير الرضع فى العالم. والتكنيك بسيط، هو حقا كأنه مجرد شيء من السحر. والفكرة هى أننا عندما نراقب العروض السحرية، مثل تلك التى يعرضها هودينى العظيم أو دافيد كوبر فيلد، فإننا نصبح مشغولين بها لأن الساحر يخلق انتهاكات أمام أعيننا نفسها؛ وهى على الأقل انتهاكات تتأسس على التوقعات التى نولدها فيما يتعلق بالعالم الفيزيقى. وكمثل فإن الأجساد البشرية لا يمكن أن تقطع إلى نصفين يعاد تجميعهما معا مرة أخرى. عندما يستحوذ على انتباهنا منطق عرض سحرى أو التأثيرات الخاصة فى أحد أفلام السينما، يكون ذلك بالضبط لأن توقعاتنا قد تم انتهاكها. نستطيع أن نسأل عما تكونه التوقعات التى يأتى بها الرضع أو الحيوانات غير البشرية إلى العالم فيما يتعلق بالطريقة التى ينبغى أن تعمل بها الأشياء، والمدى الذى يحدث به أن أنواعا معينة من الخبرات تغير توقعاتهم. إذا كان الأطفال والحيوانات لهم أيضا توقعات محددة، سنكون فيما ينبغى قادرين على خلق عرض سحرى وأن نستحوذ على انتباهم. وينبغى أن يظهروا اهتماما بالعرض السحرى أكثر مما يحدث عند إجراء بيان عملى مشابه يتسق مع الطريقة التى تجرى بها أمور العالم.

حتى نوضح ذلك، دعنا ننظر أمر معرفة منظومة الأرقام التي في الأساس من عمليات الحساب. دعنا نتخيل مسرحا مفتوحا، وثمة ستار يقام ليحجب المسرح، ونجعل شيئا من الأشياء يتحرك خلف الستار، يتبعه شيء ثان، ولنسميهما ميكي ماوس (١) وميكي ماوس (٢). نحن في عقولنا نتمثل شيئين من الميكي ماوس. ثم نزيل الستار، فنتوقع رؤية شيئين من الميكي ماوس. فإذا رأينا ثلاثة، أو رأينا فقط واحدا، يكون هذا انتهاكا لتوقعاتنا، لأن لم يحدث على نحو مرئي أن أضيف أو حذف أي شيء مما كان وراء الستار. والواقع أن الأطفال الرضع من البشر الذين يكون عمرهم حوالي أربعة إلى خمسة شهور سيوجهون نظرهم لمدة أطول عندما يرون نتيجة كهذه بدلا من رؤية الشيئين اللذين من الواضح أنهم يتوقعونهما. أجرينا أنا وتلامذتي التجربة نفسها على أفراد من نوعين من الرئيسيات غير البشرية - قرود ريسوس التي تعيش حياة برية في جزيرة كايو سانتياجو البورتوريكية، وقرود طمارين ذات القمة القطنية في معملي بهارفارد - ووجدنا النتائج نفسها بالضبط التي وجدها عالم النفس كارن وين مع الرضع من البشر. أثارت هذه النتائج سؤالا مهما عما إذا كانت جوانب معينة من مقدرتنا على العد - معرفة العدد - هي جوانب متأصلة. هذا السؤال مهم حتى نفهم الميكانزمات التي في الأساس من التغير النموي والتطوري وحتى نفهم العلاقة بين اللغة والفكر. والحقيقة أنه حيث إن الحيوانات تنقصها اللغة، فإن دراسة تمثلاتها العقلية توفر لنا طريقة رائعة في وضوحها نستكشف بها تحت أي ظروف تكون اللغة ضرورية للفكر.

تطرح دراسات الرضع من البشر هم والحيوانات أن التطور قد أضفى على هذه الكائنات ميكانزمين حوسبيين جوهريين بالنسبة للأعداد، أحدهما يمكن من التمييز الدقيق للأعداد الصغيرة حتى ما يقرب من الأربعة والثاني يمكن من التمييز التقريبي للأعداد الكبيرة. هذان الميكانزمان هما في الأساس من معرفتهم للعدد. أما ما لايزال من غير الواضح فهو الطريقة التي يعمل بها هذان الميكانزمان، وربما أيضا غيرهما، من أجل خلق نوع مختلف من معرفة الأعداد، النوع الذي يكمن في الأساس من قدرة البالغين. ليس من حيوان يستطيع أن يحوز القائمة الكلية التي

توجد فى الصميم من منظوماتنا الحسابية. هذا إقرار بالحقائق الجارية حاليا. إذا كان هذا صحيحا، فإننا نحتاج إلى أن نسأل بعدها، لماذا لا يوجد عند الحيوانات والرضع من البشر هذه المنظومة من المعرفة؟ نحن نعرف أن البشر عند نقطة ما يستطيعون أداء حساب التفاضل، وأن يصبحوا عاملين بالبنوك، وأن يؤدوا ضرائبهم، ولكن غير البشر لا يستطيعون ذلك. ما الذى يحدث فى سياق التنامى ويفصل الطفل البشرى عن الحيوان غير البشرى؟ لو عينا نقطة التفرق، سوف نتمكن من أن نوضح ما تكونه القدرة الإدراكية التى تكمن فى الأساس من معرفة البالغين بالأعداد والتى تتنامى فى الطفل وتفشل فى أن تتطور فى الحيوانات اللا بشرية. وعندما نعين أوجه التشابه وكذلك أيضا أوجه الاختلاف، سنبدأ فى أن نرى نمط تطور فريد فى نوعنا نحن ونرى كذلك ما للآخرين من نمط فريد.

أحد الجوانب المبتكرة تماما فى أبحاثى هو أننى بخلاف الباحثين الآخرين الذين يقيدون أنفسهم بدراسات فى البرية أو فى الأسر وهم يعملون على نوع واحد، فإننى قد اتبعت على الأقل أربع طرائق تناول مختلفة لاكتشف ما تعرفه الحيوانات، وما تفكر فيها، وما تتمثله.

وأول طريقة هى الدراسات الميدانية. فأنا أذهب إلى البرية لأتفهم ما يكونه نوع المشاكل التى شكلت تصميم أمخاخ الحيوانات فى موطنها البيئى الطبيعى. عندما نراقب ما تفعله الحيوانات يخبرنا ذلك بالمشاكل التى يلزم لأمخاخهم أن تحلها. (لاريب فى أن المنطق نفسه ينطبق على البشر، وهو أحد الأسباب فى أن دراسة عقل الإنسان ينبغى ألا تنحصر فى الدراسات المعملية؛ نحن فى حاجة لأن نستنتج ما تكونه أنواع المشاكل التى يواجهها البشر حتى نفهم كيف نحتت عقولنا بواسطة القوى البيئية). وكمثل، يبين بحثى فى بورتوريكو أن قرود الريسوس تصدر أصوات نداء مختلفة بالنسبة لأنواع الطعام المختلفة. ولا يقتصر هذا على أنه يطرح أن هذه القرود تستطيع إصدار أصوات تنقل شيئا عن انفعالاتها وعن حالتها من حيث دوافعها وكذلك أيضا عن نوع أو جودة الطعام، ولكنه يطرح أيضا أن هذه القردة تصنع تمييزات مهمة بين الأشياء. يمكننا أن نسأل كيف يصنعون

هذه التمييزات، وكيف يختزنون هذه المعرفة، وكيف يكتسبونها. ونستطيع بعدها أن نجرى تجارب تصمم لتناسب سلوك الحيوانات البرية، حتى نستكشف كيف يتمثلون معرفة الطعام وكيف يستخدمون هذه المعرفة للتواصل مع الآخرين.

وهكذا أخذت انطلق إلى العمل الميدانى، وأراقب ما تفعله الحيوانات طبيعيا، ثم أعود إلى المعمل، حيث لدينا تحكم تجريبى أكثر، وأسأل أسئلة محددة حول ما لهذه القرود من قدرات إدراكية. لاحظنا فى المعمل أن الحيوانات فيما يبدو تميز كل أنواع الأشياء فى عالمها، وتساءلنا عما تكونه المعالم التى لها علاقة بهذا النوع من التمييز. تجمع لدينا الآن ثلاثون سنة من الدراسات التى توضح أن هذه الحيوانات تستخدم أدوات لاستخلاص الطعام من بيئتها. ولكن أيا من هذه الدراسات لم توضح ما تكونه أنواع التمثلات التى تستحضرها الحيوانات لمهمة استخدام أداة. وهاكم السؤال: نحن كبشر نعرف أن هناك معالم معينة للأداة تكون مهمة للأداة ومعالم معينة ليست لها أهمية. وكمثل، فإن معظم غسالات الأطباق تكون بيضاء، ولكننا إذا دخلنا مطبخا ورأينا غسالة أطباق لونها كقوس قزح لن نقول، "هذه غسالة لا تصلح. لا يمكن غسل الأطباق القذرة فى هذا الشيء". فنحن نعرف أن اللون لا أهمية له بالنسبة لكون هذه غسالة أطباق جيدة أو سيئة. عندما نرى حيوانات فى البرية – كأفراد الشمبانزى مثلا – وهم يستخدمون الحجارة لكسر الجوز وفتحه، يصبح السؤال عندها: لو قدمنا لهم قطعة حجر ومعها كذلك مطرقة إرزبة، هل سيدركون أن الإرزبة قد صممت لتكون أفضل للمهمة من قطعة الحجر؟ هل سيفضلون الإرزبة؟ هل سيدركون أننا عندما ندهن قطعة الحجر باللون الأحمر، فإن هذا لن يؤدى إلى أى اختلاف فى أدائها الوظيفى؟ قمنا فى المعمل بمعالجة منهجية لكل معالم الأشياء، ماله وما ليس له أهمية، لنرى إن كانت الحيوانات تصنع قرارها بناء على تلك المعالم. واكتشفنا أن الحيوانات تكون فى الحقيقة حساسة تماما للمعالم التى لها علاقة بالأداء الوظيفى، متجاهلة الاختلافات التى ليس لها تأثير فى المهمة. فمعرفتهم فى جوهرها ليست خيطا من التداعيات وإنما هى مجموعة من القواعد لتنظيم مجالات المعرفة المختلفة.

الخطوة الثالثة فى هذا البرنامج من الأبحاث هى أن تؤخذ هذه المشاكل إلى مستوى أكثر اتساما بأنه فيزيولوجى عصبى. أخذنا نجرى تجارب بالاشتراك مع علماء أعصاب فى شتى أنحاء الولايات المتحدة وفى نطاق دولى أيضا، وذلك للنظر فى الطريقة التى تتبعها أمخاخ قرود الريسوس بالذات لفك شفرة المعلومات التى فى تعبيراتهم الصوتية. استخدمنا تسجيلات من عصبونات فى مختلف المناطق السمعية للمخ، ثم أعدنا تشغيل تسجيلات للتعبيرات الصوتية التى أخذت من ذخيرتهم هذه لنرى كيف يقوم جهازهم العصبى بفك شفرة هذه المعلومات. تعد هذه نسبيا أبحاثا جديدة؛ إذا كنا قد اكتسبنا الآن بعد زمن طويل قدرا لايصدق من المعرفة التى تتعلق بالبيولوجيا العصبية للإبصار باستخدام قرود الريسوس كنموذج، إلا أننا تقريبا لم نفعل شيئا من حيث وظيفة السمع. على أن أحد القيود المعوقة لفهمنا حاليا لتطور اللغة والكلام هو ما ينقصنا من معرفة للبيولوجيا العصبية التى فى الأساس من هذه المنظومة البالغة فى تعقدها الخيالى. هناك تاريخ طويل لهذا النوع من الأبحاث التى أجريت على الحشرات، والطيور، والضفادع، والخفافيش، إلا أنه لا يكاد يوجد شىء عن الرئيسيات أقرب أقربائنا الأحياء. هانحن لدينا الآن لأول مرة الأدوات لسبر الطريقة التى تقوم بها الرئيسيات غير البشرية بتشفير وفك شفرة التعبيرات الصوتية.

والخطوة الرابعة هى الدراسات المقارنة التى أشرت إليها، والتى نجرى فيها على الحيوانات التجارب نفسها التى نجريها على الرضع من البشر، بأن نستخدم مثلا تكنيكات الانتهاكات السحرية حتى تستكشف أنواع التمثلات التى يستحضرها الحيوانات والرضع لمهمة العد.

هكذا فإن لدينا طريقة تناول بأربعة أفرع لفهم تصميم أمخاخ الحيوانات؛ أن نذهب للعمل الميدانى ثم نعود ثانية للمعمل، ثم نبحث المستوى الفيزيولوجى العصبى، وأخيرا نقارن الحيوانات غير البشرية مع الرضع من البشر لنربط بين عمليات التنامى وعمليات التطور.

نستطيع باستخدام هذه الطريقة للتناول أن نتحول لتلك الأسئلة التى تستحوذ على اهتمام معظم الجمهور غير المتخصص. هل الحيوانات ذكية؟ هل الكلاب

أذكى من القطط؟ هل الدرافيل أذكى من الحمام؟ هل الشمبانزى أذكى من الدرفيل؟ هل نحن أذكى من هذه الأنواع، وإذا كنا كذلك، متى أصبحنا أذكى؟ وهذه ليست أسئلة جيدة. ثمة نوع من الأسئلة تكون له إنتاجية أكبر وهو أن نسأل أولا عن أنواع المشاكل التى تواجهها الحيوانات فيما يتعلق ببقائها موجودة، ثم نسأل عن الطريقة التى تحل بها الحيوانات هذه المشاكل. ما هى المعرفة التى يجب أن تكون لديهم حتى يقوموا بالملاحة، ويتزاوجون، ويكسبون قتالا، ويمكرون، ويتعلمون، ويتواصلون، وهلم جرا؟ كل نوع له ذكاؤه بطريقته الخاصة. والقضية الحقيقية بالنسبة لى ليست أن نسأل " هل الحيوانات ذكية وهل تفكر؟ " وإنما القضية فى أسئلة أكثر تحددا، أسئلة نستطيع الإجابة عنها، مثل: هل تستطيع الحيوانات تذكر الأشياء؟ وإذا كان الأمر كذلك، إلى أى مدى وراء فى الزمان تستطيع الحيوانات أن تتذكر؟ هل لديها ذكريات عما كانت تشبهه وهى صغيرة السن؟ هل تستطيع الحيوانات أن تتعلم شيئا بشأن الخصائص المجردة للعالم، وإذا كان الأمر كذلك، فما الذى سيتعلمونه عنها؟ هذه أسئلة نستطيع الإجابة عنها باستخدام الأدوات العلمية. وإذا كنت بعدها تود أن تقول إنه حيث إن الحيوانات لديها هذه القدرات فإنها ذكية، فهذا جميل! وإذا كنت تود القول أن هاكم هى الطرائق التى تتواصل بها الحيوانات وأنها تبدو مثل اللغة – فهذا أيضا جميل. على أننا ينبغى ألا نغفل عن رؤية ما يوجد من اختلافات بين الأنواع، وهذا يتضمن بوجه خاص الاختلافات بين الحيوانات والبشر. أنا لا أفسر هذه النقطة من أجل التحجج بتفردنا، وإنما الأحرى أنى أفعل ذلك لأجذب الانتباه إلى حقيقة أنه على الرغم من وجود أوجه تشابه عديدة بين البشر والحيوانات الأخرى فإن هناك أيضا اختلافات تثير الاهتمام، لأنها تشير إلى طريقة البحث فى أنواع الميكانزمات التى لابد من أنها قد تطورت فى ماضينا لتتيح لنا أسلوبنا الخاص للتواصل، طابعنا الخاص فى تمثل العالم. لننظر مثلا فى أمر قدرتنا على الإحالة إلى الأشياء فى العالم: بمعنى أنى أستطيع أن أتحدث حول أحد الكراسى، وأستطع أن أتحدث عن ماضى، وعن المستقبل، وكل هذا بطريقة تجريدية جدا. هل الحيوانات لديها تلك القدرة؟ وإذا كانت لديها، فإنها إذن ستشبه أحد العناصر الجوهرية فى قدرتنا اللغوية. نستطيع

أن نأخذ هذه الطريقة العامة للتناول ونطبقها على القدرات الأخـرى أو المنـاطق الأخرى للمعرفة. فى وسعنا أن نسأل: هل الحيوانات لديها انفعالات أخلاقية؟ هـل تستطيع التعاطف؟ هل تحس بالذنب؟ هل تحس بالخجل؟ هل تكون مخلصة؟ هـل الحيوانات لديها القدرة على التعاون؟ هل تتشارك فى إيثار متبـادل؟ هـذه أسـئلة صعبة، ولكننا نستطيع على الأقل أن نحاول الوصول إلى بعض تقدم فيهـا، وقـد أنجزنا بالفعل قدرا كبيرا من ذلك فى حالات كثيرة. وبالتالى فأنا لا أسـأل، "هـل الحيوانات تفكر؟ " ولا أسأل " هل الحيوانات ذكية؟" وإنما أسأل أسئلة لهـا علاقـة بميكانزمات إدراكية محددة نستطيع تعيينها فى البشـر، سـواء مـن الأطفـال أو البالغين. وبمثل ذلك فإنى أسأل أنا وتلاميذى أسئلة حول الطريقة التى تحـل بهـا الحيوانات المشاكل، وذلك بصرف النظر عما إذا كانت تشبة البشر أو لا تشـبههم. كما أوضح داروين فإن علم البيولوجيا الجيد هو علم البيولوجيا المقارن.

والآن، لماذا ينبغى أن نهتم بأمور كهذه؟ هنـاك أفـراد كثيـرون يحبـون حيواناتهم الأليفة ويظنون أن كلابهم لها ذكاء أينشتين، وأنا أود أن أبـين لهـؤلاء الأفراد أنهم ينبغى ألا يكونوا راضين ببساطة بهذه الفكرة التخمينية. كثيرا ما تكون تخميناتنا وسيلة إرشاد غير جيدة بالنسبة لما تفعله الحيوانات، تماما مثلمـا يحـدث كثيرا أن تكون تخميناتنا وسيلة إرشاد غير جيدة بالنسبة لطريقة تفكير الرضع مـن البشر عن العالم. أحد أهدافى هو أن أجعل العلم شأنا محسوسا بأكثر وشـأنا أقـل خلافية. كثيرا ما يطرح الناس على العلماء الذين يدرسون الحيوانـات ملاحظـات لا يمكن تصديقها عما تفعله أو لا تفعله حيواناتهم المدللة. فيقولون للعلماء، انظـر، لقد فعل كلبى توا أكثر الأشياء غرابة. تركته على بعد ست سـاعات مـن منزلنـا ووجد طريقه للبيت. أليس هذا مذهلا؟" حسن، إنه مذهل وغيـر مـذهل لأن هـذه ملاحظة لمرة واحدة لا غير، ونحن لا نستطيع أن نستفيد كثيرا من ملاحظة واحدة. ليس الأمر أن العلماء يعتقدون أن أى ملاحظة واحدة تكون لا أهمية لهـا؛ وإنمـا الأمر أن الملاحظة الواحدة تكون غير مقنعة. أود أن ينطبع فى النـاس المهتمـين بالحيوانات أنهم أيضا ينبغى أن يكونوا غير مقتنعين. أستطيع أن أضرب مثلا مـن

إحدى خبراتى الشخصية التى مارستها مع أحد الحيوانات وأثارت شهيتى للمزيد من الأسئلة، وأنا أود أن تستثار بالدرجة نفسها شهية الجمهور غير المتخصص بواسطة هذه الملاحظات.

كنت وأنا طالب فى الجامعة أعمل فى عرض سياحى فى فلوريدا يسمى "غابة القرود ". كان عملى هو أن أطعم القرود، ولكنى كنت فقيرا تماما فكان على أن أكسب مالا أكثر، وهكذا قررت أن أتولى عملا آخر هو أن أنظف بالجرف أيا مما يتساقط أسفل الأقفاص. لاحظت ذات يوم أن قردة من نوع العنكبوت - وهو نوع يقطن فى الغابات المطيرة بأمريكا الجنوبية - تركز نظرها على تنظيفى بالمجرفة. لم أعتقد أنها مهتمة لهذا الحد بتنظيفى بالمجرفة، ففكرت فى أنها ربما تكون مهتمة بى. كان لها رفيق لا يبدى اهتماما كبيرا بها. وضعت المجرفة على الأرض واقتربت من القفص. وبينما كنت اقترب، اقتربت هى أيضا وجلست عند الجانب الآخر من القضبان إزائى. ونظرت إلى فى عينى وأخرجت ذراعيها معا من القفص ولفتهما حول رقبتى بأصوات متوددة. وظلت تجلس هكذا لزمن طويل تماما، بضع دقائق. ومالبث رفيقها أن اقترب؛ فأطلقت سراحى وخبطته فوق رأسه، ثم وضعت ذراعيها حول رقبتى مرة أخرى. فى وسع القارئ أن يتخيل أى أفكار قد تمر برأسه فى أثناء هذه الخبرة: كأن تكون لك صلة حقيقية بهذا الحيوان. إنها فى حالة حب لك. أو لعلها تريدك أن تمنحها طعاما أكثر. أو ربما يكون مدربها السابق قد دربها على أن تفعل ذلك. أو لعلها تحاول أن تثير غيرة رفيقها، ها أنت تعرف، هناك ولد جديد فى الجيرة. ستكون هناك كل أنواع الاحتمالات وسيكون من الشيق محاولة تضييق نطاقها. ثمة تجارب بسيطة لذلك: إذا حدث ونظف شخص آخر الحظيرة بمجرفة، هل ستفعل القردة الشيء نفسه؟ ماذا لو كان الشخص الذى ينظف بالمجرفة أنثى؟ ماذا لو كان صبيا يافعا؟ ماذا لو كان رجلا أكبر سنا؟ هكذا سيكون نوع الأمور التى يمكننا القيام بها حتى نستبعد بعض الاحتمالات. إذا كانت القردة تقصدنى على وجه التحديد، لماذا أنا؟ هل ذلك لبعض سبب يدور حول طريقة سلوكى؟ بعض سبب يدور حول مظهرى؟ بعض سبب يدور حول رائحتى؟ هيا لأغير ملابسى. هل الأمر لا غير أنى أرتدى ملابس

معينة؟ إننى أرتدى الملابس نفسها يوميا. نستطيع بسرعة بالغة أن نستبعد الكثير من الاحتمالات غير المثيرة للاهتمام ونأخذ فى تضييق المسألة إلى بعض الاحتمالات المثيرة للاهتمام.

كثيرا ما يستخدم الفلاسفة أمثلة عن الحيوان ليبينوا كيف أن من الصعب فهم تمثلات وأفكار الكائنات التى تنقصها اللغة. يزعم بعض الفلاسفة أنه فى غياب اللغة لا يمكن أن يكون هناك فكر، إذا صدق ذلك، سنجد أن إزاءنا قيد صعب عندما يتعلق الأمر بفهم تفكير الحيوان، وسوف يزعم البعض أن المشروع كله يكون هكذا فى حالة إفلاس. إلا أن هناك تاريخا طويلا من الأبحاث على البشر طورت فيه مهام لتحدد ما يفكر فيه البشر فى غياب اللغة، من ذلك قدر كبير من الأبحاث على الرضع من أطفال البشر، الذين مازال عليهم بعد تنمية التعبير عن قدرتهم اللغوية. ما أحاج به هو أن هناك بعضا من أعمق المشاكل التى لها علاقة بالفكر البشرى ولا يمكن تناولها إلا عن طريق دراسة الحيوانات. هناك أسس ثلاثة لهذه الدعوى:

(١) بالنسبة للباحثين الذين ينادون بأن هناك نوعا بعينه من التفكير يعتمد على اللغة، سأحاج بأن الأنواع الوحيدة التى يمكن أن نختبر عليها هذا الفرض هى الحيوانات، وليس الرضع من البشر، الذين على الرغم من أنهم مازال عليهم بعد أن ينموا القدرة على اللغة فإن مخهم مع ذلك قد تطور ليكون ملائما للغة، وبالتالى فهو غير مناسب لاختبار من هذا النوع. وكذلك فإن المرضى المصابين بتلف فى المخ وليس لديهم إنتاج أو تفهم للغة، لن يكونوا موضوعا صالحا للاختبار، لأن أمخاخهم قد ترقت باللغة. إذا كنا نهتم بالصلة بين اللغة والفكر يجب أن نختبر هذا الفرض على أنواع أخرى، ثم إجراء دراسات فى المعمل وكذلك إجراء دراسات ميدانية لدينا نحن وأيضا لدى علماء مثل دوروثى تشينى وروبرت سايفارث، درسنا فيها الرئيسيات غير البشرية هى وحيوانات أخرى لنرى ما إذا كانت لديها القدرة على أداء أنواع التفكير التى يبدو أنها تتطلب اللغة. وهناك براهين ممتازة متزايدة على وجود هذه القدرات والأفكار التمثلية من غير اللغة.

(٢) يوجد قدر هائل من الدعاوى عن الطبيعة الخاصة لعمليات معينة من التفكير البشرى. ركزت المناقشات بداية من ستينيات القرن العشرين على ميكانزمات خاصة تكمن فى الأساس من الكلام. زعم أناس مثلا أن قدرتنا على عمل تصنيفات تمايزية بين فونيمات[٣٦] مثل "با" (ba) و"با" (pa)، ترجع إلى أحد هذه الميكانزمات. تم أول تفنيد لهذه الفكرة بواسطة باتريشيا كوهل بجامعة واشنطن، حيث أجرت تجارب على حيوانات الشنشلا وقردة الماك[٣٧] تبين أن لديها بالضبط نفس القدرات الإدراكية مثل البشر، عندما تتعرض للمجموعة نفسها من المنبهات. أدى بحث كوهل إلى بدء برنامج بحث يهدف إلى تحديد ما إذا كان هناك ميكانزم بعينه خاص بالبشر. الطريقة الوحيدة لتناول هذه الدعاوى هى بواسطة دراسة الحيوانات.

(٣) السبب الثالث، مألوف بأكثر لعلماء النفس وعلماء الأعصاب، وهو فكرة أن أنواعا معينة من التجارب هى إما غير أخلاقية أو أنها لوجستيا[٣٨] أصعب من أن يتم إجراؤها على البشر ولكنها يمكن تنفيذها على الحيوانات. على الرغم من أن القضية الأخلاقية تهيمن عادة على هذا الجدال، فإن النظر فى الشئون اللوجستية له أهمية مساوية: قد نستطيع تنفيذ تجارب أفضل على الحيوانات بسبب المستوى الأفضل من التحكم، وأنواع ما يطرح من عوامل التنبيه، والمدى الطويل لدراسة الأفرادة منفردة. أجريت دراسات طويلة المدى على الحيوانات، مثل بحث جين جودال على أفراد الشمبانزى وبحث سينثيا موس على الفيلة، وزودتنا هذه الأبحاث بمدى من ثلاثين سنة من حياة مخلوقات رائعة وراقية اجتماعيا. من الصعب إجراء دراسات تضاهى ذلك على أفراد من البشر.

---

(٣٦) الفونيمة: إحدى وحدات الكلام الصغرى التى تساعد فى تمييز نطق لفظة عن أخرى فى اللغة أو اللهجة مثل (P) فى Pin و(F) فى Fin. (المترجم)

(٣٧) الشنشلا: حيوان قارض فى أمريكا الجنوبية يشبه السنجاب، وقردة الماك قردة أسيوية. (المترجم)

(٣٨) اللوجستية: الإجراءات اللازمة للإمداد والتموين والنقل والإيواء. (المترجم)

نتج عن كل هذه الأسباب أن أخذت دراسات الحيوان تلعب دورا أعظم في العلوم الإدراكية والعلوم العصبية. تتيح لنا التكنيكات الجديدة أن نعين أوجه سلوك أفراد الحيوان التي تطرح الطريقة التي يفكرون بها بشأن العالم، أما التقدم النظري الذي قمنا به فهو أننا نوحد بطريقة جديدة بين النظرية التطورية والأفكار الجديدة في علم الإدراك. إحدى المشاكل في علم النفس التطوري هي أنه قد ركز على وجه الحصر على البشر وحدهم. وعلم النفس التطوري بالتعريف الواسع له قد بقي مستمرا منذ أيام داروين، الذي كان يسأل أسئلة عن العقل وعينه على المبادئ التطورية. وما نراه الآن هو بزوغ لحدس داروين الأصلي، وهو أننا نستطيع أن نزوج نظرية التطور بالعلوم الإدراكية كما تطبق في دراسة عقل الحيوان.

هكذا نسأل أسئلة عن تصميم المخ، وتصميم الحالات العقلية، وذلك بأن ننظر إلى الطريقة التي يشكل بها السلوك الاجتماعي والإيكولوجيا تلك العمليات. وكمثل، فقد اهتممنا بمجال للمعرفة في الحيوانات يمكن أن نسميه بالفيزياء الساذجة. إلى أي حد تصنع الحيوانات تنبؤات تخمينية حول أشياء فيزيقية، وتتأسس على فيزياء العالم؟ ابتكرنا عملية تجريبية صيغت على أساس دراسات أجريت على أطفال البشر، وفيها يتم إسقاط كرة خلال أنبوبة معتمة في شكل حرف S. يتوقع القرود وأطفال البشر أن تحط الكرة مباشرة أسفل نقطة إطلاقها. وليس أن تخرج عند الطرف الآخر من الأنبوبة. ويبدو أنهم يأخذون الجاذبية في الحسبان كقوة تنبؤية عند اتخاذ قرارهم، بما يدل على الصعوبة الكبيرة التي يعانيها الأطفال وبعض الحيوانات لقمع نزعة انحياز قوية جدا تم انتخابها بسبب ما يوجد من أوجه للانتظام في العالم. الجاذبية عامل انتظام تواجهه كل الحيوانات على كوكب الأرض. وأنا أعتقد أن الانتخاب قد دعم الأمخاخ التي تصنع فطريا تنبؤات عن الأشياء التي تسقط – وأنه بسبب هذه الحاسة الفطرية يكون من الصعب على الحيوانات إلغاء تخمينهم حتى عندما يوجد دليل مناقض له.

لماذا لا تستطيع الحيوانات أن تجد الموضع الصحيح لجسم يسقط خلال أنبوبة محنية؟ بمعنى لماذا لا تستطيع الحيوانات أن تكبت نزعات انحيازها وتبحث

فى موضع مختلف؟ نحن نعرف الآن من دراسات تطور المخ أن الأجزاء الجبهية من مخنا قد مرت بتغيرات خارقة للمعتاد عبر آخر خمسة إلى ستة ملايين عام. المنطقة الجبهية من مخنا أكبر مما عند الرئيسيات غير البشرية، التى لها حجم يماثل حجمنا، بنسبة تقرب من ٢٠٠ فى المائة. وهذا الجزء من المخ عند البشر هو الذى يستخدم فى الذاكرة التى تعمل على المدى القصير حيث يحدث أن تعاق أو تكبت الاستجابات التكرارية؛ وكمثل عندما نصطدم بباب زجاجى لأننا فشلنا فى أن نلحظ أنه مغلق، فإننا لن نكرر هذا الخطأ مرة بعد الأخرى. فلدينا فى المنطقة قبل الجبهية ميكانزم قد صمم بوجه خاص لكبت هذا النوع من التصرفات - وهو ميكانزم فشل فى أن يتطور تطورا له مغزاه فى الكثير من الأنواع غير البشرية. والسبب فى أن هذه الطريقة لتناول دراسات الحيوان لها فعاليتها بقوة هو أنها لها صلة بدراسات مخ الإنسان، بما يخلق رابطة قوية بين الأفكار والميكانزمات العصبية التى تكمن فى الأساس منها.

هناك معسكرات عديدة لأفراد لا يتفقون معى، سواء كان ذلك على نحو صريح أو ضمنى. هناك أولئك الباحثون العاملون على الحيوانات والذين تعلموا إلى حد كبير حسب تراث سكنر[٣٩]، وهؤلاء سيجدون أن بعض التكنيكات الجديدة التى نطبقها على إدراك الحيوان تكنيكات فضفاضة وليس فيها نفاذ بصيرة. ثم هناك أولئك الذين يدرسون الإدراك البشرى وأخذوا يتحولون فى عقيدتهم ولكنهم يجدون أبحاثنا مزعجة لأنها تجبرهم على إعادة التفكير فى مزاعمهم حول تفرد البشر. وثمة معسكر آخر يعمل على أفراد الشمبانزى ولا يحب بوجه خاص حقيقة أن القرود التى ندرسها نحن تظهر قدرات تماثل أفراد الشمبانزى. ويتواصل هذا النوع من التعصب الشوفينى الهيراركى طول الطريق خلال شجرة الحياة؛ فهناك تعصب شوفينى داخل مجتمع علماء الحيوان ينادى بأن الناس الذين يعملون على أفراد الشمبانزى يؤدون أبحاثا أكثر كثيرا فى أهميتها عن الناس الذين يعملون على القرود.

---

(٣٩) المقصود مذهب العالم سكنر المشهور فى السلوكية. والسلوكية مدرسة تقصر علم النفس على دراسة السلوك دون اعتداد بالشعور أو الذهن وترفض الاستبطان معولة على المنهج التجريبى وتأثر الكائن بالبيئة. (المترجم)

آمل أنه خلال السنوات من العشر إلى الخمس عشرة القادمة أن يحـدث أن أبحاثنا عندما تنظر إلى مشكلة الإدراك من خلال تنوع واسـع مـن المنظـورات ومستويات مختلفة من التحليل، فإن هذا سوف يثبت أن الاهتمام بالعقـل البشـرى يتطلب اهتماما بالنظرية التطورية. وسوف يثبت أن نظرية التطـور تـؤدى إلـى تنبؤات جديدة عن العقل، وأننا نستطيع حقا أن نزوج دراسات إدراك الحيوان مـع العلوم العصبية. ينحو علماء الأعصاب إلى حد كبير إلى تجاهل التباين المهم بـين الأنواع. وهم مثلا عندما يعملون على قرود ريسوس، يتحدثون عن "القرد". وهناك مئات عديدة من أنواع الرئيسيات، إلا أن علماء الأعصاب يتجاهلون ذلـك. سـيبدأ بحثنا فى أن يقلب رأسا على عقب هذا الرأى الشائع المهيمن فى علوم الأعصـاب. ونحن نأمل فى أن نقنع مجتمع علم الأعصاب بأن التباين أمر رائع، إنـه الفطيـرة الحلوة للبيولوجيا، فطيرة داروين. إذا كان المرء منشغلا بتصميم العقـل، سـيكون للتباين بين الأنواع أقصى الأهمية. نحن كعلماء لدينا مهمة مشـتركة: أن نكتشـف الطريقة التى نتج بها عن التطور الطرائق المختلفة للتفكير. سـوف نـتمكن عـن طريق النظر إلى التباين، من أن نرى الانتخاب الطبيعى وهو يعمل، فينحت أنواعا مختلفة من العقول.

تطور الطهى

ريتشارد رانجهام[٤٠]

يجد كثير من الناس أن من الصعب التعايش مع الفكرة القائلة بأننا لدينا تاريخ طبيعى للعنف. ولكننا عندما ننظر إلى أنفسنا كحيوانات، سيكون من الواضح أن الانتخاب الطبيعى قد دعم فى البشر تلك الانفعالات التى تجعل لديهم الاستعداد للاستمتاع بالمنافسة، والاستمتاع بإخضاع البشر الآخرين، بل والاستمتاع حتى بقتل البشر الآخرين. هذه أفكار تصعب الموافقة عليها، وهناك أناس يحاجون بأن من غير اللائق أن نكتب عن أفكار كهذه، وهم يبحثون عن طرائق لتقويض كل البراهين على ذلك ويبدو أن ما يخشونه هو أنه ما إن يتم الإقرار بوجود عنصر بيولوجى فى سلوكنا العنيف، فإن هذا العنف قد ينظر له على أنه أمر حتمى.

(٤٠) ريتشارد رانجهام أستاذ للأنثروبولوجيا البيولوجية فى جامعة هارفارد وهو يدرس أفراد الشمبانزى فى أوغندا بنظرة تهدف إلى إلقاء الضوء على تطور البشر وسلوكهم. تدور إحدى الأفكار المحورية عند رانجهام حول أننا ينبغى أن نبقى فى الذهن أوجه التشابه بين البشر وغيرهم من القردة العليا الكبرى، لأنها تفيدنا فى فهم سلوكنا نحن. وهو يقول ملاحظا، "نحن البشر، مع كل ما لدينا من شعور بالذات، مازلنا نتبع القواعد البيولوجية". ورانجهام قد ألف مع ديل بيترسون كتاب "الذكور العفريتية".

عندما نستخدم البيولوجيا لتحليل السلوك البشرى فإن هذا يشبه أن يذهب المرء إلى معالج نفسى ويتلقى المساعدة ليفهم من أين قد أتى سلوكه. نحن عندما نفهم ما نفعله يقل نوعا ما لدينا من صراع داخلي ونستطيع أن نشكل سلوكنا الخاص على نحو أفضل. على أن التفاعل لا يتم دائما على هذا النحو. يجد الكثير من الناس أن من الصعب التعايش مع الفكرة القائلة بأن نوعنا لديه تاريخ طبيعى للعنف. ولكننا عندما ننظر إلى أنفسنا كحيوانات، سيكون من الواضح أن الانتخاب الطبيعى قد دعم فى البشر تلك الانفعالات التى تجعل لديهم الاستعداد للاستمتاع بالنافسة، والاستمتاع بإخضاع البشر الآخرين، بل والاستمتاع حتى بقتل البشر الآخرين. هذه أفكار تصعب الموافقة عليها، وهناك أناس يحاجون بأنه من غير اللائق أن نكتب عن أفكار كهذه، وهم يبحثون عن طرائق لتقويض كل البراهين على ذلك. ويبدو أن ما يخشونه هو أنه ما إن يتم الإقرار بوجود عنصر بيولوجى فى سلوكنا العنيف، فإن هذا العنف قد ينظر له على أنه أمر حتمى.

إحدى العقائد الكبرى فى البيولوجيا السلوكية فى العقود الثلاثة أو الأربعة الأخيرة هى أننا لو غيرنا الظروف التى يوجد فيها الحيوان فإننا بذلك نغير نوع ما سيحدث من سلوك. التحكم الوراثى فى السلوك ليس معناه أن الغرائز تنطلق حتما متفجرة بصرف النظر عن الظروف؛ ولكن الأمر بدلا من ذلك أننا نخلق مع سلسلة من الانفعالات التى تتلاءم مع مدى من الظروف. سوف تتبثق انفعالات معينة تتباين داخل النوع ولكنها أيضا تتباين حسب السياق، وما إن نعرفها على نحو أفضل فإننا نتمكن من ترتيب السياق. بمجرد أن نفهم ونقر بأن الذكور البشر بالذات لديهم تلك الميول البشعة لأن ينجرفوا بعيدا بحماسهم لينغمسوا فى الحرب، أو اغتصاب النساء، أو نوبات القتل، وأن يثور انفعالهم حول فرص الاشتباك فى تفاعلات عنيفة، بمجرد أن نفعل ذلك سنأخذ فى إدراك الأمر وفى أن نفعل بشأنه شيئا. من الأفضل ألا ننتظر وقوع الممارسة لتخبرنا بأن من الأفكار الجيدة أن يكون لدينا جيش متأهب حتى نحمى أنفسنا من الجيران، أو بأننا نحتاج لأن نعمل عل ألا تتعرض النساء للخطر المحتمل من المغتصبين. من الأفضل أن نتوقع مسبقا هذه الأمور، وندرك المشكلة، ونصمم مقدما طريقة الوقاية.

لاتزال توجد نزعة هائلة للإبخاس أو للتبسيط من الفروق بين الجنسين في السلوك والانفعالات. عندما نتوصل إلى حس أكثر واقعية بالطريقة التي شكل بها الانتخاب الطبيعي سلوكنا، سيتزايد وعينا بحقيقة أن من الممكن أن تختلف كل الاختلاف الاستجابات الانفعالية لدى كل من الرجال والنساء إزاء السياقات المختلفة. من الأمثلة البارزة على ذلك مدى ما يكنه الرجال والنساء من توهمات إيجابية عن أنفسهم. النساء عموما ينزعن إلى أن تكون لديهن توهمات سلبية عن أنفسهن، بمعنى أنهن ينظرن إلى أنفسهن على أن مهارتهن وقدراتهن أقل بدرجة طفيفة عما عليه في الواقع. أما الرجال فينزعون إلى أن تكون لديهم توهمات إيجابية. فهم يبالغون من قدراتهم الخاصة، بالمقارنة بما يراه الآخرون فيهم أو بطريقة أدائهم في الاختبارات. نعتمد هذه النزعات كثيرا على العلاقات السلطوية: إذا وضعت المرأة في وضع سلطة مسيطرة في إحدى العلاقات، فإنها تنزع إلى أن يكون لديها توهم إيجابي عن نفسها؛ إذا وضعت رجلا في علاقة من الخضوع فإنه ينزع إلى أن يكون لديها توهم سلبي. ومع ذلك، فإن النزعات تظهر بما يمكن التنبؤ به، وتكون لها خطورتها. عندما يكون لدى المرء توهمات إيجابية، فإنه يعتقد أنه يستطيع أن يقاتل بأفضل مما يستطيعه في الواقع. يبدو الأمر وكأن الانتخاب الطبيعي يدعم التوهمات الإيجابية في الرجال لأنها، بما يشبه نوعا الأنياب الطويلة عند ذكر البابون، تمكن الرجال من القتال قتالا أفضل ضد الرجال الآخرين الذين يؤمنون حقا بأنفسهم. لابد للمرء من أن يؤمن بنفسه حتى يتمكن من القتال بفعالية؛ وإذا لم يؤمن بنفسه، فإن الآخرين سوف يستفيدون من عصبيته وفقدانه للثقة. عندما نفهم شيئا عن التوهمات الإيجابية، سنتمكن من النظر في أمر أي اشتباك يعتقد كل جانب أنه سيفوز فيه بما يجعلنا نسخر منه بعض الشيء، وهذا يشبه ما يقوم به أحد المحامين عندما يقول لخصمين محتملين في قضية، "انتظرا دقيقة واحدة، ما من أحد منكما لديه قضية قوية تماما مثلما يعتقد ". عندما تكون هناك حساسية أكثر في تقدير هذه النزعات الانفعالية سيولد ذلك طريقة تناول أكثر دقة لتوقي العنف.

أكسب عيشي من دراسة سلوك أفراد الشمبانزي في أوغندا. وأنا مهتم بالنظر في أمر مسألة التطور البشر من منظور سلوكي، وأجد أن إجراء الأبحاث

على الشمبانزى فيه ما يثير بسبب ما يوجد من براهين على أن السلف الذى وجد منذ خمسة أو ستة أو ربما سبعة ملايين عام، والذى نشأ عنه أفراد جنس الأستر الوبثيكوس[41]، تلك المجموعة من القردة العليا التى انبثقت فى السافانا، هذا السلف هو فيما يحتمل، يشبه الشمبانزى شبها كبيرا جدا. الحياة مع الشمبانزى فى غابات أوغندا، كما فى أى غابات فى مكان آخر بأفريقيا هى مثل أن يدخل المرء فى ماكينة للسفر فى الزمان؛ فهى تمكننا من أن نفكر فى المبادئ الرئيسية التى فى الأساس من السلوك.

على الرغم من أن البشر يختلفون اختلافا هائلا عن القردة العليا، إلا أن الأمر الخارق للمعتاد الذى برز عبر العقدين أو العقود الثلاثة الأخيرة – والذى يتزايد وضوحه مؤخرا – هو أنه يحدث بالذات فى ثلاثة جوانب كبيرة أن نجد أن البشر يشبهون القردة العليا فى سلوكهم الاجتماعى بأكثر مما نتوقع أن يحدث بالصدفة. هناك شيء حول علاقتنا بالقردة العليا مازال يتواصل. نحن مثلا لا نعرف إلا نوعين فحسب من الثدييات يعيش ذكورهما فى جماعات من الذكور الأقارب تقوم من آن لآخر بأعمال هجوم على أفراد الجماعات المجاورة، يبلغ من قسوتها أنهم يقتلونهم. هذان الثدييان هما الإنسان والشمبانزى. وهذا أمر عجيب، ويحتاج لتفسير.

لم تحدث دراسة أفراد الشمبانزى فى البرية إلا فى ١٩٦٠. ولم يحدث إلا بعدها بأربعة عشر عاما أن أخذ الناس يرونهم عند أطراف المناطق التى يعيشون فيها؛ والأمر فحسب أن من الصعب متابعتهم عبر كل أماكنهم. شوهدت أول عمليات هجوم وحشية فى ١٩٧٤، وهى أعمال أدت إلى انقراض مجتمع كامل من الشمبانزى فى جومب. تابع الناس هذا الانقراض تحت إشراف من الأبحاث الموجهة لجين جودال. وتبين ببطء عبر السنين أن أفراد الشمبانزى يقتلون أفرادهم فى المجتمعات الأخرى. وجدنا أن القتل عند الشمبانزى يتواصل ليس فحسب فى

---

(٤١) الأستر الوبثيكوس: جنس منقرض من الرئيسيات المشابهة للإنسان وجدت حفرياته فى جنوب أفريقيا. (المترجم)

جومب وفى المكان الذى أعمل فيه فى كيبال، غرب أوغندا، وإنما وجدنا أيضا أن أفراد الشمبانزى يقتلون الآخرين منهم فى بودونجو بأوغندا، وفى ماهال بتنزانيـــا. واستغرق الأمر فقط بعض زمن لتجميع هذه الملاحظات.

يحدث من آن لآخر أحداث اغتيال بأسلوب اغتيال يوليوس قيصر، وهذا أمر محير بحق، لأن ما يحدث من تلك التحالفات بالغـــة الأهميـــة داخـــل مجتمعـــات الشمبانزى هو الذى تتحدد به قدرة الذكر على أن يفعل ما يناضل كل ذكـــر بشـــدة لأن يفعله طول الوقت، وهو أن يصبح الذكر المقدم. ما إن ندرك أن هذه التحالفات تؤدى من آن لآخر إلى عمليات هى فى جوهرها عمليات اغتيـــال، حتـــى ينبعـــث السؤال توا، ما الذى يجعل تحالف الذكور عادة مستقرا هكذا؟ كيـــف يحـــدث أننـــا لا نرى تآكلا متواصلا للثقة؟ عمليات القتل أحداث نادرة، ولكننـــا نعـــرف عنهـــا معلومات لها قدرها. من الممكن أن يحدث اختلالات كبيرة فى توازنات الســـلطة، يتحد ثلاثة أو أربعة أفراد فى الهجوم على فرد آخر، الأمر الذى يعنى أن الهجـــوم بالنسبة لهؤلاء المهاجمين يكون أساسا آمنا. هناك حيوانات أخرى مختلفـــة تقتـــل أيضا المنافسين بهذا الأسلوب، مثل الضباع والأسود بل والنمل.

هناك ثلاثة أوجه للتشابه بين البشر والقردة العليا الكبرى وهى حقا تشابهات مذهلة. العنف الذى يبديه عمليا أفراد الشمبانزى والبشر هـــو فـــى الواقـــع عنـــف يتفردون به. ثم هناك ما يوجد من التسامح اجتماعى بدرجة خارقة للعادة عند كـــل من البشر والبونوبو، وأفراد البونوبو قردة عليا أخرى لها علاقـــة قرابـــة بالبشـــر بدرجة مساوية للشمبانزى. ثم هناك درجة ملحوظة من الشهوة الجنسية عند أفـــراد البونوبو، تشبه نوعا ما عند البشر. ليس من السهل تفسير ههذ التشـــابهات وهـــى تبعث على كل أنواع الأسئلة المثيرة، باعتبار حقيقة أن البشر يختلفون اختلافا بالغا عن القردة العليا الأخرى بناء على إيكولوجيتنا، ولغتنا، وذكائنا، وملايـــين الســـنين من انفصالنا.

ظللت أدرس الشمبانزى من آن للآخر طيلة ثلاثين سنة. بدأت بالعمل فـــى موقع جين جودال فى جومب، وهو الموقع النموذجى الأصلى ويمثل لأناس كثيرين

ما يكونه الشمبانزى. انتقلت فى ١٩٨٤ إلى أوغندا وبدأت أبحاثا على عشيرة من شمبانزى الغابات، وأخذت أفكر بوجه خاص فى التباين الثقافى - أوجه التراث السلوكى - بين أفراد الشمبانزى. أحد الأمور الرائعة التى تجرى الآن هو اكتشاف أن لدينا فى شرق أفريقيا سلسلة من أوجه السلوك المميزة عند الشمبانزى تختلف عن أوجه السلوك التى نراها فى أقصى غرب أفريقيا، مثلا فى موقع كريستوف بويش بغابة تاى فى ساحل العاج، أو فى موقع الأبحاث اليابانى فى بوسو بغينيا. نحن نرى الشرق مجموعات من الشمبانزى تكون متشظية نسبيا، ولها نسبيا نشاط جنسى قليل، وفيها تحالفات قليلة من الإناث/الإناث، مع سيطرة شديدة للذكور على الإناث، ويختلف هذا كله عما نراه فى الغرب. نجد فى الغرب فى أكثر المجموعات استقرارا، أن الإناث تشكل التحالفات، وأن الذكور تحترم الإناث بدرجة أكبر كثيرا، وأن العنف فى المجتمع يكون عموما بدرجة أقل كثيرا. فيقل كثيرا ما يحدث من قتل للأطفال الوليدة. وتقل كثيرا الأشكال الصارمة من الانتماء الإقليمى. وهذا فيه ما يثير، لأننا نستطيع عندها أن نسأل، ما هى عوامل التأثير الإيكولوجية، وما هو مفعولها؟ وما الذى يعنيه هذا بلغة من محاولة إعادة بناء ذلك الصنف من الشمبانزى الذى تسبب فى نشأتنا منذ سبعة ملايين عام؟

أصبحت الإجابات تتزايد وضوحا. أحاول فى بحثى الميدانى أن أفهم ما الذى يوجد إيكولوجيا ويؤدى إلى أوجه الاختلاف فى السلوك. أحد العوامل المفتاح التى لم تنل إلا أقل اهتمام حقيقة أن القردة العليا فى بعض العشائر أمكنها أن تمشى وتأكل فى الوقت نفسه. وهى لا تستطيع ذلك فى عشائر أخرى، لأنه لا يوجد لها طعام فى أثناء مشيها. يظهر هذا وكأنه اختلاف تافه، ولكنه فيما يبدو له أهمية هائلة، لأننا عندما نستطيع أن نمشى ونأكل فى الوقت نفسه، سنستطيع عندها أن نبقى فى مجموعة مع أصدقائنا وأقاربنا من غير أعضاء إضافيين يزيدون من شدة التنافس على الطعام. ومن الناحية الأخرى، إذا كنا نمشى بين مواقع الغذاء دون أكل، سيحدث فى كل مرة عندما يأتى معنا فرد آخر من الشمبانزى وينضم إلى مجموعتنا أن تزداد شدة التنافس على الطعام فى هذه المواقع الغذائية، ولا يحدث تحسن عندما نتحرك بين مواقع الغذاء. مفعول ذلك على المدى الطويل هو أنه

يؤدى إلى تشظى الجماعات. وهذه الطبيعة المتشظية لهذه الجماعات من الشمبانزى التى لا تستطيع أن تمشى وتأكل فى الوقت نفسه، هى ما يكمن فى الأساس من كل الاختلافات الاجتماعية.

هناك أمران رائعان فيما يتعلق بالتطور البشرى وهما مما لم نستوعبه بعد بوجه كامل. أحدهما هو تطور الطهى. إذا حدث الطهى فى أى زمن كان، لابد من أن يكون له تأثير هائل فينا، لأن الطهى يزيد زيادة قصوى من جودة الطعام الذى نأكله ومن اتساع مدى عناصر الطعام التى يمكننا أكلها. نعرف جميعا أن جودة الطعام ووفرته متغيران أساسيان فى فهم إيكولوجيا الحيوان. إلا أن الأمر المدهش أنه على الرغم من أنه لا وجود لمعرفة متفق عليها حول الزمن الذى تطور فيه الطهى، فإن الأنثروبولوجيا[٤٢] الاجتماعية وكل أنواع المعرفة المتفق عليها تخبرنا بأن البشر هم وحدهم الحيوانات التى تطهو. نحن نميز أنفسنا عن سائر من فى العالم لأن سائر من فى العالم يأكلون طعاما نيئا ونحن نأكل طعاما مطهيا. وأفضل ما تستطيع الأنثروبولوجيا أن تفعله الآن هو القول بأنه ربما منذ ما يقرب من ٢٥٠٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠٠ سنة خلت كان الطهى يجرى حقا، لأن هناك أدلة أثرية ممتازة على وجود أفران طينية فى تلك الفترة.

هذا رائع، ولكن لابد من أننا قبل ظهور الأفران الطينية بزمن طويل كنا قد تعلمنا الطهى. يتوقع المرء أن يكون الطهى مصحوبا بوجود أدلة فى الجسم على أن الطعام أصبح أسهل فى الهضم، أدلة مثل وجود أسنان أصغر، أو ربما تصغير حجم القفص الصدرى عندما يصبح حجم المعدة أقل، أو ربما تقليل حجم الفك. هناك نقطة معينة فى التطور البشرى وقعت عندها كل هذه الأمور: وهى منذ ١,٩ من ملايين الأعوام مع تطور جنس "الهومو" (Homo). هذا هو الموضع الذى يجب أن نبحث فيه عن الأدلة على اتخاذنا للطهى.

ما إن يحدث الطهى حتى يغير بالكامل من طريقة استغلال الحيوان لبيئته. وبدلا من أن ينتقل من بقعة غذاء لبقعة غذاء، وهو يأكل فى أثناء تحركه، أو يأكل

(٤٢) الأنثرولوجيا: علم الإنسان ودراسة أصل تصرفاته وتطوراته بدنيا واجتماعيا وثقافيا. (المترجم)

فى البقع الغذائية، نجد أن عليه للمرة الأولى أن يكدس الطعـام، وأن يضـعه فـى مكان ما، وأن يقعد معهى حتى يطهى. قد يستغرق ذلك عشرين دقيقة، وقد يستغرق نصف الساعة؛ وقد يستغرق ساعات عديدة. ونتيجة ذلك أنه قد وجدت فجأة بقعـة لطعام قابل للسرقة. وما إن توجد بقعة طعام قابل للسرقة، والحياة هى حسـب مـا هى عليه، فسوف يحدث أن يأتى أحدهم ليحاول سرقته. وهذا يعنى أنـه ستصـبح لدينا علاقة دينامية بين ثنائى منتج/سارق، نجـد فيهـا أفـرادا ينتجـون وأفـرادا يسرقون، ومن المرعب أن الإناث كن هن المنتجـات بينمـا كـان الرجـال هـم السارقين. وعندما يكون الذكور أكبر حجما من الإناث - وقد كانوا فى الزمن الذى نتحدث عنه أكبر حجما بنسبة ٥٠ فى المائة - سيكون لذلك تأثير كبير على النظام الاجتماعى.

سيكون ما علينا أن نتدبر فيه هو الفكرة بأنه عنـدما يكـون لـدينا إنـاث مستعدات لصنع وَجبة طعام بأن يجمعن الغذاء ويطهينه، فـإنهن هكـذا يصـبحن عرضة لأن يسلب طعامهن بواسطة السارقين - أولئك الذكور كبار الحجم - الذى يجدون أن من الأسهل عليهم ألا يخرجوا بأنفسهم لجمع الغذاء أو لطهيه وإنما هـم فحسب يأخذونه عندما يصبح جاهزا. وبالتالى، فإن الإناث يحتجن لصنع تحالفـات وقائية ليحمين أنفسهن من الذكور اللصوص، وهذا هو الأصل فى العلاقـات بـين الذكر/الأنثى عند البشر. تطور الطهى من الموضوعات الكبيرة التى أهملـت فـى الواقع إهمالا كاملا. أيا ما تكون وجهة النظر التى نتخذها عن الطعام، فإن علينا أن نفهم أنها مشكلة تحتاج لمزيد من الاهتمام.

المشكلة الثانية هى كالتالى: هناك أدلة فى طرائق عديدة من تطور البشـر، على أننا نسلك ونبدو فى مظهرنا وكأننا لدينا خصائص حيوان حديث السن. تكلـم الناس منذ مائة سنة أو أكثر عن فكرة أن نوع البشر قد يكون نوعا فيه حفاظ على صفات طفولية فى طور البلوغ - نوعا يظهر خصائص مميزة لسـن الأحـداث - ولكن هذه طريقة للتفكير فى الأمر على نحو يبالغ فى التعميم. ومع ذلك تظل لدينا قضية أن الكثير من سلوكنا، عندما نقارنه بسلوك أقرب أقربائنا، يبدو أكثر مرحـا

وأقل عنفا عندما نفكر فى التفاعلات التى تحدث على المستوى الاجتماعى داخـــل إحدى المجموعات. نحن أيضا أكثر جنسوية وأكثر استعدادا للتعلم، وهذه خصائص تترابط عموما مع سن الأحداث.

يحدث فى تشابه رائع أن أفراد البونوبو – وهم ثانى العضوين الكبيرين من أقرب أقربائنا – يظهرون كل أنواع السمات التى فيها إبقاء على خصـــائص ســـن الحدث. نستطيع أن نرى ذلك فى الرأس، حيث نجد أن مورفولوجيا الجمجمة تبـــدو مثل شكلها فى فترة مبكرة عند البالغين من الشمبانزى أو فى فتـــرة متـــأخرة مـــن طفولة الشمبانزى، ويبدو الكثير من أوجه سلوك البونوبو كسلوك حـــديثى الســـن. أفراد البونوبو أكثر لهوا، وأقل تمايزا فى جنسويتهم فى كل أوجه سلوكهم، إلا أنهم أكثر استثارة جنسيا، وهلم جرا. علينا أن نحدد بدقة من أين أتى هذا التغيـــر الـــذى أدى للنزعة للإبقاء على خصائص الحدث، وما الذى يعنيه.

لدينا بالفعل بعض أمثلة مدهشة لظواهر مماثلة فى حيوانات أخرى فى سياق التدجين. عندما ننظر مثلا إلى الاختلافات بين الذئاب والكلاب، نرى اختلافات فيها تشابه ملحوظ مع الاختلافات التى توجد بين أفراد الشمبانزى والبونوبو. سنرى فى كل حالة بالنسبة لحجم معين للحيوان، أن الجمجمة تصـــبح أصـــغر حجمـــا، وأن مكونات الجمجمة تصبح أصغر حجما بما فى ذلك الفكين والأسنان، وأن الجمجمـــة تبدو أكثر شبها بالحدث فى النوع الآخر. فتبدو جمجمة الكلب مثل جمجمـــة ذئـــب حدث، وتبدو جمجمة البونوبو مثل جمجمة شمبانزى حدث. ويبدو أن ســـلوك كـــل منهما فيه عناصر قوية من سلوك الحدث فى النوع الآخر.

يؤدى هذا إلى فكرة أن النوع يمكن أن يتدجن ذاتيا. هناك أسباب قويـــة لأن نعتقد أن أفراد البونوبو قد تطوروا من سلف مشابه للشمبانزى نتيجة وجودهم فـــى بيئة كان العنف فيها أقل فائدة ويدعم الانتخـــاب فيهـــا الأفـــراد الأقـــل عـــدوانا. وبمرور الوقت، أخذ الانتخاب يعتمد على تلك التباينات الطفيفة فى توقيت وصـــول الخصائص العدوانية عند الذكور البالغين. وتواصل دفع هذه الخصائص وراء، بما يدعم الأفراد الذين يحتفظون بسلوك أكثر شبها بســـلوك الأحـــداث، بـــل والـــذين

يحتفظون برءوس أكثر شبها برءوس الأحداث، لأن المخ هو الـذى يـتحكم فـى السلوك. وأصبح ما لدينا فى وقت لاحق هو نوع قد تم ترويضه على نحو فعـال، نوع قد تدجن ذاتيا.

توجد أدلة تجريبية على هذه العملية. وكمثل فإن عالم الوراثة الروسى بلييف أخذ الثعالب البرية وأنسلها انتخابيا بهدف خالص للترويض. تكون الثعالب مهيـأة للإنسال عند سن ثمانية شهور، وهكذا تمكن بلييف من أن يـرى نتـائج التجربـة بمعدل سريع نسبيا. بعد خمسة وعشرين جيلا لا غير، لم يقتصر ما وجده على أن سلالة الثعالب كانت مروضة مثل الكلاب بل إنها أيضا كان لـديها سلسـلة مـن الخصائص يبدو أنها تواكبت صدفة، نتائج لم يحدث أن انتخبـت وإنمـا تطـورت لا غير بأى طريقة. كان ثمة خصائص مورفولوجية درامية - مثل طفرة النجمـة، أو ظهور نقطة بيضاء فوق الجبهة مثل التى نراها عند الخيل والبقر والمـاعز - وهى طفرة من الواضح أنها ترتبط وراثيا بالترويض، لأسباب مازالـت غامضـة بالكامل. وهناك تغيرات مورفولوجيه أخرى - مثـل الشـعر المجعـد، والـذيول القصيرة، والأذان المدلاة - تحدث فى عدد من الحيوانات المدجنة. أما لماذا تحدث هذه النتائج المترابطة فلا أحد يعرف سببا لذلك.

وبالإضافة فإننا نجد أمخاخا أصغر. وهذا أمر ملحوظ فيما يتعلق بـالتطور البشرى. نحن ننحو إلى الاعتقاد بأنه قد ظل يحدث باستمرار زيادة فى حجم مـخ الإنسان طيلة آخر مليونى سنة، ولكن ما يحدث بالفعل طول آخر ٣٠٠٠٠ سنة أن حجم المخ قد قل بمقدار ١٠ إلى ١٥ فى المائة. والتفسير القياسى لذلك هـو أننـا أصبحنا أكثر نحولا فى الوقت نفسه - فأصبحنا أنحف فى عظامنا - مما يعنـى أن وزن أجسامنا صار أخف، ولما كانت هناك نزعة لوجود علاقة ارتباط بـين وزن الجسم ووزن المخ، فإن هذا يفسر حجم المخ الأصغر. ولكنـى لا أرى أى سـبب يوجب وجود علاقة ارتباط بين حجم المخ ومقدار ما نحمله من لحم على أبـداننا. هذه النحافة هى بالضبط نفس النمط الذى نراه فى تطور الكلاب مـن الـذئاب، أو البونوبو من الشمبانزى، أو الثعالب المدجنة من الثعالب البرية. سنجد فى كل هـذه الحالات أن نحافة العظام تكون نتيجة عارضة.

أعتقد أننا يجب أن نبدأ فى تدبر الفكرة بأننا نحن البشر كنا ندجن أنفسنا فـــى آخر ٣٠٠٠٠ أو ٤٠٠٠٠ أو ٥٠٠٠٠ سنة. وإذا كنا نتبع نمط البونوبو أو الكلـــب، فسوف نتحرك تجاه شكل لنا يحدث فيه تزايد وتزايد لسلوكنا كأحداث فـــى الســـن. وعندما نبدأ التفكير بهذه اللغة، سوف ندرك أننا مازلنا نتحرك سريعا. وكمثل فـــإن حجم الأسنان يتم التحكم فيه بالوراثة تحكما قويا ويتطور بتأثير قليل مـــن البيئـــة، وهو مازال يواصل الانحدار سريعا. وتدل البراهين الحالية على أننا فى الوسط من حدث تطورى يحدث فيه أن يقل حجم الأسنان، ويقل حجم الفك، ويقل حجم المـــخ، ومن المعقول تماما أن نتصور أننا مستمرون فى ترويض أنفسنا. وفيما يحتمل فإن الطريقة التى يحدث بها ذلك هى الطريقة نفسها التـــى حـــدثت منـــذ أن أصـــبحنا مستقرين بصورة دائمة فى القرى منذ ٢٠٠٠٠ أو ٣٠٠٠٠ سنة أو ما يزيد.

وعلى سبيل المثال فإن الأفراد ذوى النزعة المعادية للمجتمع، تقـــل فـــرص تناسلهم. فهم قد تنفذ فيهم أحكام إعدام، أو يسجنون، أو قد يعـــاقبون عقابـــا شـــديدا يبقيهم خارج مستودع الإنسال. وكما أن هناك انتخاب للترويض فى عملية تـــدجين الحيوانات البرية، أو كما أن أفراد البونوبو حدث لهم انتخاب طبيعى ضد العدوانية، فبمثل ذلك تماما يكون هناك نوع من الانتخاب الاجتماعى ضـــد الأفـــراد شـــديدى العدوانية يحدث داخل مجتمعاتهم. وفيما يبدو فإن أفراد البشر يتحولون على نحـــو متزايد إلى شكل أكثر مسالمة من أسلافهم الأكثر عدوانية.

المنظور الحوسبى

دانييل سى. دينيت[٤٣]

عندما أذهب إلى مؤتمر أو ورشة عمل وألقى حديثا، فإننى عندها أجرى بالفعل بحثا، ذلك أن ما أناله من الناس من صيحات سخرية وذعر وعبوس، والطريقة التى يتفاعلون بها مع ما أطرحه، هذا كله كثيرا ما يكون فيه تشخيص للطريقة التى يتصورون بها المشاكل داخل عقولهم هم. والحقيقة أن الناس لديهم صور مكنونة مختلفة كل الاختلاف بشأن ما يكونه العقل وطريقة عمل العقل. والحيلة البارعة هى فى كشف هذه الصور، وعرضها للنقاش العام ثم تصحيحها. وهذا هو ما تخصصت فيه.

---

(٤٣) دانييل دينيت أستاذ جامعى، وأستاذ الفلسفة ومدير مركز الدراسات الإدراكية فى جامعة تافتس. وهو كدارس للفلسفة معروف بأنه نصير مرموق للنموذج الحوسبى للعقل. وقد ألف الكتب التالية، "المحتوى والوعى"؛ و"العواصف الذهنية"؛ و"متسع للمرفق"؛ و"الموقف القصدى"؛ و"تفسير الوعى"؛ و"فكرة داروين الخطرة"، و"أنواع العقول"، و"أطفال العقل"، و"الحرية تتطور". وقد اشترك مع دوجلاس هوفستادر فى تحرير كتاب "العقل وأناه" وكتب ما يزيد عن ٢٠٠ مقال بحثى حول شتى جوانب العقل.

إذا عدنا للوراء عشرين سنة، أو مائتى سنة، أو لثلاثمائة سنة، سنرى أنه كانت هناك عائلة من الظواهر ليس لدى الناس أى فكرة عنها، وهى عائلة من ظواهر عقلية، إنها الفكرة الجوهرية عن التفكير، والإدراك، والحلم، والإحساس. لم يكن لدينا مطلقا أى نموذج عن طريقة فعل ذلك فيزيقيا. وإذا كان ديكارت وليبنز من العلماء العظماء بحكم ما يستحقونه، إلا أنهما ببساطة، عندما يصل الأمر إلى محاولة فهم هذه الأمور، لم يتوصلا إلى أى كشف عنها. أما الآن فإننا فى الحقيقة بفضل من أفكار الحوسبة لا غير أصبح لدينا بعض أفكار واضحة تقبل التناول وتدور حول احتمال ما يمكن أن يجرى فى هذا الشأن. مازلنا لا نمتلك بعد القصة اللائقة. ولكن لدينا بعض الأفكار الجيدة. نستطيع الآن أن ندرك على الأقل الطريقة التى يمكن بها أداء المهمة.

أحد أهم النجاحات العظيمة فى تاريخ الفهم البشرى هى التوصل إلى فهم فهمنا الخاص بنا وإدراك أنواع الأجزاء التى يمكن أن يصنع منها. دعنا نقارن ذلك مثلا بفهمنا للحياة نفسها أو التكاثر والنمو، فقد كانت هذه الأمور تعد عمليات عميقة غامضة منذ مائة عام وطول كل الزمن قبلها. أما الآن فلدينا فكرة واضحة إلى حد كبير عن طريقة تكاثر الأشياء، وطريقة نموها، وطريقة ترميمها لذاتها، وتغذية نفسها بالوقود. فكل هذه الظواهر التى كانت غامضة فيما سبق أخذت الآن تجد حلا.

عندما تنظر فى أمر ظواهر من هذا النوع، ستدرك إنها عند مستوى أساسى جدا ظواهر حوسبية، بمعنى أن هناك خوارزمات[٤٤] للنمو، والارتقاء، والتكاثر. الفكرة الرابطة المحورية هنا هى أننا نستطيع أن نضع معا بلايين بل وترليونات[٤٥] الأجزاء المتحركة ونحصل على نتائج تكون جديدة بالكامل وتبرز للوجود على مستوى أعلى؛ وأحسن تفسير لما يتحكم فى هذه النتائج يكون على

---

(٤٤) الخوارزم: مجموعة إجراءات بسيطة رياضية أو منطقية تتبع لحل مسألة أو مشكلة فى عدد محدود من الخطوات. والكلمة مأخوذة عن اسم الخوارزمى عالم الجبر العربى. (المترجم)

(٤٥) الترليون: مليون مليون أو ألف بليون. (المترجم)

مستوى البرمجيات، أو مستوى الخوارزمات. عندما نريد أن نفهم كيف يحدث ما هو منتظم من الارتقاء والنمو والإدراك، سنحتاج لان يكون لدينا مستوى مرتفع من الفهم للطريقة التى تتفاعل بها تلك البلايين والترليونات من القطع إحداها مع الأخرى.

لم يكن لدينا قط من قبل الأدوات اللازمة لفهم ما يحدث عندما نضع معا تريليون خلية ونتركها لتتفاعل معا. نحن الآن نحصل على هذه الأدوات؛ بل وحتى كمبيوتر الحجر المتواضع يعطى لنا تلميحات عن الأمر، لأننا نرى فيه ظواهر تحدث على مكتبنا مما كان سينبهر له نيوتن أو ديكارت، أو داروين. إنها ظواهر تبدو وكأنها سحر صرف. ونحن نعرف أنها ليست سحرا. لا يوجد أى شىء سحرى فى الكمبيوتر. أحد ألمع الأشياء فى الكمبيوتر أنه لا يخفى شيئا مستورا فى كمه. نحن نعرف بكل تأكيد أن ليس فيه أى رنين تشكلى، ولا موجات نفسوية، ولا تفاعلات شبحية؛ فهو يعمل حسب الأسلوب الجيد العتيق من السببية المادية التقليدية بما فيها من فعل لقطب إزاء قطب. وعندما تضع ذلك معا بالترليونات مع البرمجيات، تنال هذا السحر الذى ليس حقا بالسحر.

فكرة الحوسبة فكرة غامضة؛ من الخطأ أن نعتقد أن لدينا مفهوما واضحا، موحدا، وبلا إشكالات عما يمكن أن نفسره كحوسبة. فتعريفها مثلا أقل وضوحا عن فكرة المادة أو أفكار الطاقة أو الزمن فى الفيزياء. بل إن علماء الكمبيوتر ليس لديهم إلا استيعاب معتم لما يعنونه فعلا بالحوسبة. والسؤال هو أين نضع الخط الفاصل بين ما هو حوسبة وما ليس بالحوسبة. هذا أمر ليس جد واضح. ولكن هذا لا يعنى أننا لا نستطيع أن يكون لدينا نظريات جيدة عن الحوسبة. يكاد يكون من الممكن بالنسبة لأى عملية أن نفسرها من خلال عدسة أفكار الحوسبة، وعادة يكون فى هذا ممارسة مثمرة لإعادة للتفسير. نستطيع أن نرى من خلال تلك العدسة ملامح للظاهرة تكون أساسا مما لا يمكن رؤيته من خلال أى عدسة أخرى.

الثقافة الإنسانية هى البيئة التى نعيش فيها. هناك البيئة الفيزيقية الصارمة – الشوارع والهواء الذى نتنفسه، والماء الذى نشربه، والسيارات التى ننتقل بها –

ثم هناك كل هذا الاتصال الذى يجرى من حولنا بوسائط كثيرة مختلفة: أحاديث الحياة اليومية، الصحف، الكتب، المذياع، التليفزيون، الإنترنت. يعيش طائر الحمام أيضا فى عالمنا، ولكنه غير واع بمعظم ما فيه، فهو لا يبالى بما هو مكتوب فى الصحيفة التى يجد كسر خبزه فوقها. فلا أهمية عنده لما يكونه محتواها وما فيها من معلومات. والأمر يختلف بالنسبة لنا؛ فالمعلومات مهمة حقا.

عندما نفكر فى أمر العالم المعلوماتى الذى يعيش فيه نوعنا، سندرك أنه فى الحقيقة فيه الكثير من تركب البنية. فهو ليس محدد الشكل. ليس كل شيء متصل بكل شيء آخر. هناك الكثير من الحواجز. هناك معمار لهذا العالم من الاتصال، وهو معمار يتغير سريعا، بطرائق لا نفهمها بعد.

دعنى أذكر لكم مثلا بسيطا لهذا. منذ عامين كان يمكننا أن نضبط الجهاز على محطة "السوبر باول" فنرى أن تلك الشركات للدوت كوم تصب قدرا كبيرا مربكا من تمويلها الابتدائى فى إعلان واحد عن "السوبر باول"؛ كانوا يحاولون أن يؤدى بهم هذا الإعلان إلى بداية طافرة وكان هذا مثيرا للعجب. إذا كانت هذه إحدى شركات الإنترنت، لماذا لم تستخدم الإنترنت؟ ما السبب فى هذا التصرف فى اتجاه ارتدادى، بأن يتم الإعلان على الإذاعة النظامية للتليفزيون؟ والإجابة بالطبع هى أن هناك فارقا أساسيا فى معمار الفهم المتصور لكل من هذين الوسيطين الإعلاميين. عندما تشاهد "السوبر باول"، فإنك تكون جزءا من مجتمع كبير متزامن، وأنت تعرف ذلك. فأنت تعرف أنك واحد من ملايين أو مئات الملايين من الناس. وأنتم جميعا تمارسون الشيء نفسه فى الوقت نفسه، وتعرفون أنكم تفعلون ذلك. وهذه الحقيقة الثانية - هذه الحقيقة باستجاباتها الانعكاسية - هى ماله أهمية بالغة. عندما تدخل إلى موقع ويب قد يكون هناك مائة مليون فرد ينظرون لذلك الموقع فى ويب ولكنك لا تعرف ذلك. ربما تكون قد قرأت ذلك فى مكان ما... ولكنك لست متأكدا، فأنت لا تعرف. سيكون إحساسك عند الاتصال على ويب إحساسا فيه خصوصية أكثر مما تحسه عندما تشاهد شيئا عل شبكة التليفزيون. ولهذا نتائجه الهائلة فيما يتعلق بالمصداقية. الإعلان الذى ينجح جيدا على

التليفزيون يفشل تماما على ويب، لأن الناس الذين يرونه، ويقرأونه، ويسمعونه، لا يعرفون أى جمهور يكونون هم جزءا منه. وهم لا يعرفون مدى حجم الحيز الذين يكونون فيه. هل هذا تواصل فردى أو تواصل عام؟ نحن لا نعرف بعد نوع التشظى الذى ستحدثه الإنترنت فى جمهور المتفرجين بالعالم. تأتى الإنترنت بالناس معا، ولكنها أيضا تعزلهم بطريقة لم نبدأ بعد فى تقييمها. ينشأ لدى المستخدمين المبتدئين لويب إحساس بالضياع المطلق عندما يستعملون الويب لأول مرة، عندما يختارون آلات البحث، ويأخذون فى معرفة ما الذى يثقون به، أين يكون الملاذ، من الذى يصدقونه، أى المواقع يذهبون إليها، وينشأ هذا الإحساس بالضياع لأن الكل يكون متعطشا لأن يجد من يوثق به من مانحى المعلومات ومن علامات الطريق.

تم إرساء هذه الجغرافيا للمعلومات المتاحة عبر قرون من وسائل الإعلام التقليدية. تتناول صحيفة "التايمز" وتقرأ فيها شيئا، وتكون لها سلطة مرجعية معينة بالنسبة لك. أو أنك تذهب إلى مكتبة عامة وتقرأ شيئا فى "الموسوعة البريطانية"، هذه مؤسسات لها خصائصها المميزة، لها سمعتها الخاصة، وسمعتها هذه أمر يتم التشارك فيه مجتمعيا. من المهم أن يعرف أصدقاؤك أيضا أن صحيفة "التايمز" و"الموسوعة البريطانية" يعد كل منهما مكانا مهما للبحث. دعنا نفترض أن أحد الأشخاص كتب ونشر كتابا اسمه "موسوعة سامى للمعلومات فى العالم "؟ قد تكون هذه أفضل موسوعة فى العالم، ولكن إذا لم يدرك ذلك الناس بعامة، لن يثق أحد بما يوجد فيها. وفى حدود ما أرى، فإن قضية المصداقية هذه لم تبدأ حتى فى أن تتبلور على الويب. نحن هنا ندخل إلى مياه لا خريطة لها، ومن الصعب أن نتنبأ بالنتيجة.

تغيرت الخبرة البشرية تغيرا هائلا فى القرن الماضى، خاصة عبر العقد الأخير. وكمثل فأنا أخمن أن المراهق المتوسط فى العالم الغربى يستمع لموسيقى يعزفها المحترفون قدرها أكبر من كل ما سمعه موزارت فى حياته كلها (دون حساب لما يخصه هو من زمن عزف وتأليف وبروفات). كان من المعتاد وقتها أن

الاستماع إلى موسيقيين محترفين وهم يعزفون أمر خاص جدا. أما الآن فإن "عدم الاستماع إلى موسيقيين محترفين يكون هو الأمر الخاص جدا – ثمة تسجيلات صوتية توجد تقريبا أينما يذهب المرء. وهذا تغيير هائل فى بنية الاستماع فى العالم الذى نعيش فيه. وقد أصبح للفنون الأخرى وضع مماثل. كان هناك وقت يندر فيه مجرد رؤية الكلمات المكتوبة. أما الآن فتوجد كلمات مكتوبة فوق كل شىء. يستطيع الناس الوقوف تحت دش الحمام وهم يقرأون ما على ظهر زجاجة الشامبو. نحن محاطون بالكامل بتكنولوجيا الاتصالات، وهذا أمر جديد. ونوعنا ليس لديه تكيفات لذلك، وبالتالى فنحن نتصرف فى ذلك ارتجاليا.

هناك الكثير من الأنماط فى العالم. بعض هذه الأنماط محكوم بقانون الجاذبية، وبعضها محكوم بمبادئ فيزيائية أخرى. وبعضها محكوم بالبرمجيات بمعنى أن نقول إن متانة النمط، أى حقيقة أنه ملحوظ، وأنه يمكننا التعرف عليه، وأنه يظل يكاثر من نفسه، وأنه يمكن أن يوجد هنا وهناك وفى مكان آخر، وأننا نستطيع أن نتنبأ به، هذا كله ليس بسبب وجود قانون أساسى مثل قانون الجاذبية يتحكم فيه، ولكن السبب هو أن هذه أنماط تحدث أينما يكون هناك كائنات حية تعالج المعلومات. فهم يحافظون على هذه الأنماط، ويجددونها، ويرممونها ويجعلونها مستمرة. وهذا ملمح أساسى جديد فى الكون. لو ذهبنا إلى كوكب بلا حياة ومسحنا كل الأنماط عليه، لن نجد أنماطنا هذه هناك. إنها الأنماط التى نستطيع أن نجدها فى حمض دنا[٤٦]، إنها تلك الأنماط، الأصلية، الأنماط التى تجعل كل الأنماط الأخرى ممكنة. وهى أيضا الأنماط التى نجدها فى النصوص. إنها مما يلزم أن يكون لها بعض تجسيد فيزيقى فى نيوكليوتيدات[٤٧] أو علامات حبر أو جسيمات وشحنات؟ على أن ما يفسر صميم وجودها فى الكون هو الحوسبة، الصفة الخوارزمية لكل الأشياء التى تتكاثر ويكون لها معنى، وتصنع المعنى.

---

(٤٦) دنا مخصورة حامض دى أوكسى ريبونيوكليك المكون الرئيسى للجينات أو المورثات. (المترجم)

(٤٧) النيوكليوتيدات وحدات فى بناء دنا. (المترجم)

هذه الأنماط هى بأحد المعانى لا تقبل أن تختزل فى قوانين الفيزياء، على الرغم من أنها تتأسس فى واقع فيزيائى. تفسير السبب فى أن الأنماط تتشكل بالطريقة التى تفعل بها ذلك، أمر يجب أن يجرى على مستوى أعلى. طرح دوجلاس هوفستادر ذات مرة مثلا بسيطا بالغ الروعة: نمر بأحد الكمبيوترات وهو يظل يدمدم ويدمدم. لماذا لا يتوقف؟ أى حقيقة تفسر لنا حقيقة أن هذا الكمبيوتر بالذات لا يتوقف؟ السبب فى مثل هوفستادر لعدم توقف الكمبيوتر هو أن (باى) pi رقم لا منطقى. ماذا؟ حسن، إن (باى) رقم لا منطقى، الأمر الذى يعنى أنه رقم عشرى لا ينتهى أبدا، وبرنامج هذا الكمبيوتر بالذات يولد الامتداد العشرى (الباى)، وهذه عملية لن تتوقف أبدا. لاريب فى أن الكمبيوتر قد يعطب. قد يأتى أحد الأفراد ومعه فأس ويقطع سلك الطاقة، ولكن الكمبيوتر طالما يظل مزودا بالطاقة، سيواصل توليد هذه الأرقام للأبد. هذه حقيقة بسيطة متينة يمكن اكتشافها فى هذا العالم، وتفسيرها فيه استشهاد بحقيقة رياضية مجردة.

والآن فإن هناك أنماطا أخرى كثيرة فى العالم ليست بهذا الإلغاز ولها علاقة بالمعنى الذى نربطه بالأشياء. لماذا حدث أن احمر وجه أحدهم خجلا؟ هناك تفسير جيد تماما لما تكونه "عملية" احمرار الوجه: احمرار الوجه هو انتشار للدم خلال بشرة الوجه. ولكن "لماذا" حدث احمرار لوجهه؟ إن وجهه قد احمر لأنه يعتقد أنها تعرف عنه حقيقة كان يود ألا تعرفها. هذه حالة قصدية، حالة مركبة من مرتبة أعلى، حالة لا تتسنى لنا رؤيتها إلا عندما نرتفع إلى المستوى الأعلى القصدى. لن نستطيع أن نرى ذلك بأن ننظر إلى الحالة الفردية لكل عصبون[٤٨] فى مخ الرجل. ينبغى أن نصل إلى المستوى الذى نتحدث عنده عما يعرفه هذا الرجل ويعتقده ويريده.

المستوى القصدى هو ما أسميه " بالموقف القصدى ". وهو إستراتيجية نستطيع أن نجربها كلما جوبهنا بشيء له طبيعة مركبة. ولا ينجح ذلك دائما. والفكرة هى أن نفسر هذا التركب على أنه يتكون من عامل أو عوامل فعالة،

(٤٨) العصبون: الخلية العصبية وتفرعاتها. (المترجم)

أفرادها لهم ذكاؤهم ومنطقهم، ولديهم جدول أعمالهم ومعتقداتهم ورغبـاتهم، كمـا أنهم يتفاعلون. عندما نرقى إلى المستوى القصدى، نكتشف أنماطا لها قـدرة تنبـؤ عالية، ولها متانتها، ولا تقبل الاختزال بأى معنى مفهوم إلى أنماط المستوى الأدنى على المستوى الفيزيقى. وفيما بين الموقف القصدى و"الموقف الفيزيقى" سنجد مـا أسميه "بموقف التصميم ". وهذا هو مستوى البرمجيات.

ظلت فكرة التجريد موجودة فيما حولنا لزمن طويل، وكان فى وسع المـرء منذ ٢٠٠ سنة أن يستثير تصورا فلسفيا بأن يسأل عما صنعت منه سيمفونية هافنر لموزارت. إنها حبر على الورق. وهى تتابع أصوات كما يعزفهـا أفـراد بـآلات وترية مختلفة وبآلات أخرى، وهى شىء مجرد. إنها سـيمفونية. صـنع سـتراد يفاريوس آلات الكمان؛ وصنع موزارت السيمفونيات، التى تعتمـد علـى تحقـق فيزيقى ولكنها لا تعتمد على أى شىء بعينه. فهى لها وجودها المستقل، الذى يمكن أن ينتقل من أحد الوسائط للآخر ثم يعود ثانية.

ظلت هذه الفكرة لدينا لزمن طويل، ولكننا مؤخرا صرنا أكثر ارتياحـا لهـا بكثير، حيث نعيش كما نفعل فى عالم من مصنوعات تجريدية تتواثب عشوائيا من وسط لوسط. لم يعد من الأمور الكبيرة أن ننتقل مـن القـراءة الموسـيقية، إلـى الموسيقى التى نسمعها حية من فرقة، إلى النسخة المسجلة للموسيقى. نستطيع الآن أن نتواثب جيئة وذهابا بين الوسائط المختلفة بسرعة كبيرة جدا. أصبح هذا حقيقـة من حقائق الحياة. كان المعتاد فيما مضى أن يكون نقل الأشياء من شكل لآخر أمرا فيه جهد شاق، لم يعد هذا فيه أى جهد شاق؛ فهو يحدث أوتوماتيكيا، فقد تخلصـنا من وجود الوسيط. لم يعد يتوجب علينا أن يكون لدينا رجل موسيقى ليقرأ النوتـة، لينتج الموسيقى. بتخلصنا هكذا من كل الجهد الشاق للترجمة من وسيط لآخر نجعل الأمر كله طبيعيا بأكثر عندما نشحن عالمنا بالتجريدات، ذلك أنه مـن الشـاق أن نواصل متابعة مسار ما يكونه الوسيط الذى توجد فيه. كما أن هذا لم يعد يهم كثيرا الآن، نحن نهتم بالتجريد، وليس بالوسيط. من أين حصلت على هذه القطعـة مـن البرمجيات؟ هل ذهبت إلى متجر واشتريت قرصا مضغوطا بالفعل ووضعته فـى

كمبيوترك، أو أنك فحسب قد نقلتها بالترحيل من ويب؟ إنها نفس قطعة البرمجيات، سواء بهذه الطريقة أو الأخرى. والأمر حقا لا يهم. هذه الفكرة من حيادية الوسيط هى إحدى الأفكار الجوهرية بالنسبة للبرمجيات، أو بالنسبة للخوارزمات عموما. وهى فكرة أخذنا نألفها، إلا أنه يظل مما يذهلنى أنه لايزال هناك قدر كبير من المقاومة لهذه الفكرة.

الخوارزم عملية تجريدية يمكن تعريفها حسب مجموعة محددة من الإجراءات الأساسية - مجموعة تعليمات. إنها نظام له بنيته من هذه الإجراءات. وهذه فكرة سخية جدا عن الخوارزم - أكثر سخاء مما قد يوده الكثيرون من الرياضيين، لأننى بهذا التعريف سوف أضمن خوارزمات قد تكون معيبة بطرائق معينة. ولننظر أمر جهاز كمبيوتر الحجر. توجد مجموعة تعليمات لهذا الجهاز تتألف من كل الأمور الأساسية التى يمكن لوحدة المعالجة المركزية فيه أن تؤديها؛ وكل عملية أساسية لها اسم رقمى أو شفرة، وفى كل مرة يحدث فيها هذا التتابع من البتات[٤٩] تحاول وحدة المعالجة المركزية أن تنفذ تلك العملية. يستطيع المرء أن يأخذ أى تتابع للبتات فى أى حال ليغذى به كمبيوتر الحجر كما لو كان برنامجا. ويكاد يكون مؤكدا أن أى تتابع لم "يصمم" كبرنامج يعمل على هذا الكمبيوتر للحجر فإنه لن يفعل مطلقا أى شيء - سوف يعطب لا غير. على أنه لا يزال هناك جانب مفيد عندما نفكر فى أن "أى" تتابع من التعليمات، مهما كان مختلا، ومهما كان غبيا، ومهما كان تافها، مهما كان من ذلك فإنه ينبغى أن يعد خوارزما، لأن ما يكون عند أحد الأفراد تتابعا مختلا تافها، يكون عند فرد آخر أداة مفيدة لبعض هدف غريب، ونحن لا نريد أن نصدر حكما مسبقا فى هذه المسألة. (ربما تكون "التوافه" قد ضمنت " من أجل" أن تجعل كمبيوتر الحجر يصيبه عطب بالضبط عند النقطة التى عطب فيها!) نستطيع تعريف الخوارزم على نحو أكثر ملاءمة بأنه ما يعمل دون عطب. والمشكلة الوحيدة هنا هى أننا لو عرفنا الخوارزمات بهذه الطريقة، فإننا فيما يحتمل لن نحصل على أى خوارزم لكمبيوتر

(٤٩) البتة Bit، رقم ثنائى binary digit، من واحد أو صفر وهو أصغر وحدة معلومات يتعامل بها الكمبيوتر. (المترجم)

الحجر، لأنه يكاد يكون من المؤكد أن هناك طريقة تجعل تقريبا كل برنـــامج فـــى كمبيوتر الحجر يصيبه عطب. والأمر فحسب أننا لم نجــد بعــد هــذه الطريقــة. البرمجيات الخالية من الآفات أمر مثالى يكاد يكون مما لم نتوصل له قط.

أصبح من الأمور السائدة كصرعة أن ننظر إلى كل شيء على أنه عمليـــة حوسبة. والقضية التى نلقاها هنا ليست قضية تتعلق بالحقيقة وإنمـــا هـــى قضـــية إستراتيجية. ليس السؤال هنا هو "ما هى الحقيقة؟" فالسؤال هو "مـــا الإســـتراتيجية الأكثر فائدة؟" نحن لا نريد أن ننبذ المعايير ونعتبر أن كل شيء حوسبة، ذلك أننـــا لو فعلنا ذلك ستفقد الفكرة معناها؛ ولن يعود لها بعد أى مغزى. كيف نتعامل مـــع ذلك؟ إحدى الطرائق أن نحاول أن نحدد بطريقة محورية صلبة بعـــض مســـتوى لعتبة يجب أن نجتازها، وأن نرفض أن نسمى أى عملية بأنها حوسبة إلا إذا كـــان لديها الخصائص أ، وب، وج، ود، وه-. نستطيع أن نفعل ذلـــك بـــأى عـــدد مـــن الطرائق وسوف يغنينا ذلك عن الحرج من أننا يتوجب علينا أن نقول إن كل شيء حوسبة. والمشكلة هى أن أيا مما سنختاره كمجموعة من الشروط المحددة ســـيكون جامدا أكثر مما ينبغى. سنجد أن هناك عمليات تفى بهذه الشروط ولكنها لا تكـــون مثيرة للاهتمام حوسبيا ولا بأى معايير كانت، وسنجد أن هناك عمليـــات لا تفـــى بالمعايير ولكنها مع ذلك تماثل تماثلا له مغزاه الأشياء التـــى نريـــد أن نعتبرهـــا حوسبية. وإذن كيف نتعامل مع قضية التعريف؟ بأن نتجاهلهـــا - هـــذا هـــو مـــا أقترحه. الأمر كما يحدث فى الحياة! نحـــن لا نـــود أن نجـــادل فيمـــا إذا كانـــت الفيروسات حية أو لا؛ إنها حية من بعض الوجوه، وليست حية من وجوه أخـــرى. من الواضح أن بعض العمليات تكون حوسبية. ومن الواضح أن بعضـــها الآخـــر ليست حوسبية. أين يحدث أن نستنير بالمنظور الحوسبى؟ حسن، هذا أمـــر يعتمـــد على من الذى ينظر إلى الاستنارة.

قد وصفت ثلاثة مواقف للنظر إلى الواقـــع: الموقـــف الفيزيقـــى، وموقـــف التصميم، والموقف القصدى. الموقف الفيزيقى هو حيث يوجـــد الفيزيـــائيون؛ إنـــه المادة والحركة. والموقف التصميمى هو حيث نبدأ النظر إلى البرمجيـــات - إلـــى

الأنماط التى يحتفظ بها - لأنها أشياء مصممة تعمل على اتقاء تحللها هى نفسها. بمعنى أنها متاريس ضد القانون الثانى للديناميكا الحرارية[٥٠]. ينطبق هذا على كل الكائنات الحية وكذلك على كل المصنوعات. وفوق هذا يوجد الموقف القصدى، وهو الطريقة التى نتعامل بها مع تلك المجموعة المحددة من الكائنات والمصنوعات التى هى نفسها عوامل فعالة تعالج المعلومات معالجة منطقية. وبمعنى ما، فإننا نستطيع من الموقف القصدى أن نتعامل مع أمنا الطبيعة كعامل فعال، من حيث إن كل عملية التطور بالانتخاب الطبيعى، ولكننا نفهم أن هذا مجرد صيغة كلامية، طريقة مختصرة مفيدة للتوصل إلى معالم عمليات التصميم التى تتكشف عبر دهور الزمان. ما إن نصل إلى الموقف القصدى، حتى نجد أن لدينا عوامل فعالة منطقية، لدينا عقول، ومبدعون، ومؤلفون، ومخترعون، ومكتشفون - وأناس الحياة اليومية - كلهم يتفاعلون على أساس ما يضطلعون به فى العالم.

هل هناك أى شىء فوق ذلك؟ حسن، يوجد بأحد المعانى ما هو فوق ذلك. الناس - أو الأشخاص كعوامل فعالة - هم مجموعة فرعية متخصصة من المنظومات القصدية. الحيوانات كلها منظومات قصدية. وثمة "أجزاء" فى كل واحد منا هى منظومات قصدية. فكل واحد قد صنع من كثير من المنظومات القصدية الأصغر - أنواع من أشخاص مقزمة - ولكن ما لم يكن المرء مصابا بخلل من تعدد الشخصيات، فإنه ليس هناك وجود إلا لشخص واحد. الشخص عامل فعال أخلاقى - ليس مجرد عامل فعال إدراكى، وإنما عامل فعال أخلاقى. وهذا أعلى مستوى فى إمكانى أن أفهمه. لماذا يوجد بأى حال، وكيف يوجد، وما شروط الحفاظ عليه: هذه كلها مشاكل مثيرة جدا للاهتمام. نستطيع هنا أن ننظر أمر نظرية مباراة التنافس عندما تطبق على نمو الشجر، الأشجار تتنافس على ضوء الشمس، فهذه مباراة يكون فيها كاسبون وخاسرون.

ولكننا عندما ننظر أمر نظرية المباراة عندما تطبق، ليس على مجرد عوامل فعالة منطقية، وإنما على أناس لديهم نظرة أخلاقية، سوف نرى عندها بعض

---

(٥٠) القانون الثانى للديناميكا الحرارية يتناول ظاهرة الإنتروبيا وهى ميل مفترض لأن يصبح أى نظام مغلق أكثر فوضى وعشوائية. (المترجم)

فروض مهمة. الناس لديهم إرادة حرة؛ والأشجار ليس لديها ذلك. فهذه ليست قضية بالنسبة للأشجار بالطريقة التى تكون بها قضية للناس.

ما أحبه فى فكرة أن الناس حيوانات لها إرادة حرة هو أنها فكرة تتفق مع التراث الفلسفى (بما فى ذلك أرسطو وديكارت مثلا) ذلك فى أنها تحافظ على النظرة بأن الناس "يكونون" مختلفين – فالناس ليسوا "مجرد" حيوانات. لاريب فى أن المنظرين التقليديين يختلفون اختلافا كاملا بشأن ما تتكون منه هذه الفروق. وعلى الرغم من أن هذا يجعل فكرة الناس طبيعانية، فإنه يقول إنهم مختلفون، وهذا كما اكتشفت أمر فيه أكثر ما يلفت ويزعج الناس بشأن وجهة نظرى. فهناك أولئك الذين يريدون أن يكون الناس أكثر اختلافا مما أسمح به. فهم يريدون أن يكون للناس أرواح، وأن يكونوا أناسا ديكارتيين. وهناك أولئك الذين يخشون من أنى أحاول تمييز الناس بأكثر مما ينبغى عن الحيوانات الأخرى بزعمى أن البشر هم حقا بسبب الثقافة نوع مختلف اختلافا مهما. ينظر بعض العلماء إلى هذا الزعم بتشكك، وكأنى أحاول أن استخلص للفلسفة أمرا ينبغى أن ينتمى للعلم. إلا أن الحقيقة أن وجهة نظرى عن الاختلاف المميز للناس لهى نظرية علمية؛ فهى، أصابت أو أخطأت، تعد على أى حال تضمينا لنظرية علمية.

فيما يختص بدورى فى علم الإدراك – وما إذا كنت أعد نفسى فيلسوفا أو عالما – أعتقد أنى بارع فى اكتشاف معوقات التخيل، العادات السيئة فى التفكير التى تصيب بالعدوى طريقة تفكير المنظرين فى مشاكل الوعى. عندما أذهب إلى مؤتمر أو ورشة عمل وألقى حديثا، فإننى عندها أجرى بالفعل بحثا، ذلك أن ما أناله من الناس من صيحات سخرية وذعر وعبوس، والطريقة التى يتفاعلون بها مع ما أطرحه، هذا كله كثيرا ما يكون فيه تشخيص للطريقة التى يتصورون بها المشاكل داخل عقولهم هم. والحقيقة أن الناس لديهم صور مستترة مختلفة كل الاختلاف بشأن ما يكون العقل وطريقة عمل العقل. والحيلة البارعة هى فى كشف هذه الصور، وعرضها للنقاش العام ثم تصحيحها. وهذا هو ما تخصصت فيه.

ما قمت به من تدمير للمسرح الديكارتى، وللمادية الديكارتية، هــو فحســب إحدى تلك الحملات الكشفية. كثيرا ما يبدى الناس الموافقــة شــفاهة دون إجــراء علمى، على فكرة أنه لا يوجد أى وسيط متميز فى المخ يلعب ذلك الــدور الــذى خصصه ديكارت للعقل اللا فيزيقى كمسرح للوعى. ومع ذلك لو دققنا النظر فيمــا يفكرون فيه ويقولونه، فإن وجهة نظرهم لا تكون مفهومة إلا إذا فسرناها على أنها تفترض مسبقا بطريقة مستترة وجود المسرح الديكارتى فــى بعــض مكــان مــن نموذجهم. عندما نظهر هذا الأمر للخارج، ونأتى به للسطح، ثم نوضح ما يمكن أن نجعله يحل مكانه، فإن هذا عمل يعد فى نظرى بالغ الأهمية. ومما يبعــث علــى السعادة أن بعض الناس قد توصلوا إلى أن يقدروا هذا الأمر كخدمة قيمة يســتطيع أن يؤديها بعض فرد ممن يكون فليسوف مثلى: وهى أن يجعل النــاس يواجهــون الافتراضات الخفية فى تفكيرهم الخــاص بهــم وأن يبــين لهــم كيــف أن هــذه الافتراضات تعميهم عن فرص تفسير ما يريدون تفسيره.

ما شكل أذنى الكلب الراعى الألمانى؟

ستيفن م. كوسلين[٥١]

ثمة مشروع ضخم لايزال علينا القيام به، سوف يغرس جذور علم النفس مع سائر العلم الطبيعى. ما إن يتم إنجاز ذلك حتى نستطيع أن ننطلق من الظواهرية[٥٢] (أمور مثل التصور العقلى) إلى معالجة المعلومات... إلى المخ... لنتعمق مباشرة فى أعمال العصبونات، بما فى ذلك البيوكيمياء، انطلاقا بطول الطريق إلى البيوفيزياء والطريقة التى يحدث بها للجينات تنظيم نشاطها ارتفاعا وانخفاضا. سوف يحدث هذا؛ ليس لدى مطلقا أى شك فى ذلك. وعندما يحدث سيكون لدينا فهم للطبيعة البشرية أفضل لأقصى حد مما كان لدينا فى أى وقت آخر من تاريخ البشر.

---

(٥١) ستيفن م. كوسلين أستاذ كرسى جون ليندزلى لعلم النفس فى جامعة هارفاد، وقد نشر مايزيد عن ٢٥٠ ورقة بحث فى طبيعة التصور العقلى البصرى والموضوعات التى تتعلق بذلك. وقد شارك فى تأسيس مجلة "جورنال أوف كوجنيتيف نيورو ساينس" (مجلة علم الأعصاب الإدراكى) ويرأس تحريرها، وعمل فى لجان عديدة "للمجلس القومى للأبحاث" كمستشار للحكومة فيما يتعلق بالتكنولوجيات الجديدة. تتضمن مؤلفاته كتب، "الصورة والعقل"؛ و"أشباح فى ماكينة العقل"؛ و"عناصر تصميم الرسم"؛ و"العقل الرطب" (ألفه مع أوليفييه كونيج)؛ و"الصورة والمخ"؛ و"علم النفس" (ألفه مع روبن روزنبرج).

(٥٢) الظواهرية هى الدراسة الوصفية للظواهر على نحو ما تبدو فى الزمان والمكان بصرف النظر عما وراءها من حقائق. (المترجم)

استحوذ على بطول السنوات الثلاثين الأخيرة سؤال هو: مـا شـكل أذنـى الكلب الراعى الألمانى؟ وأنا بالطبع لست أهتم حقا بهذا السؤال بوجه خـاص؛ لـو كنت كذلك لأمكننى لا غير أن أخرج وأنظر إلى الكلاب. أما ما أهتم به فى الواقع فهو الطريقة التى يجيب بها الناس عن السؤال من الذاكرة. يذكر معظم الناس أنهم يتصورون رأس الكلب و"ينظرون" عقليا إلى أذنيه. ولكن ما الذى يعنيه أن نتصور شيئا ما؟ ما الذى يعنيه أن "ننظر إلى" شيء ما فى عقلنا؟ لا يوجد فى العقل شخص صغير ينظر إلى صورة. لو كان هناك شخص كهذا، سـيلزم أن يوجـدُ شـخص صغير داخل رأس ذلك الشخص، وهلم جرا، وهلم جرا، وهذا أمر غير معقول.

حاولنا لسنوات كثيرة أن نجمع براهين موضوعية توضح أنه عندما تكـون لدينا ممارسة للتصور، يكون هناك بالفعل شيء متصور فى رأسنا. ثمة أجزاء من المخ قد نظمت فيزيقيا بحيث إننا عندما ننظر إلى شيء ما، يتم فيزيقيا إرساء نمـط مقابل له على قشرة المخ. وحتى لو كانت عيناك مغلقتين وأنت تتصور، سـنجد أن المنطقة البصرية الأولى فى تيار المعالجة كثيرا ما يتم تنشيطها فى أثنـاء التخيـل البصرى؛ وبالإضافة فإن طريقة تنشيطها تعتمد على ما يجرى تصـوره. إذا كنـا نتصور شيئا عموديا، يكون هناك تنشيط بطول ما يسمى خط الزوال الرأسى؛ وإذا كنا نتصور شيئا أفقيا، ينقلب التنشيط على جانبه. ونجد بمثل ذلك أن تصور أشـياء بأحجام مختلفة يغير من نمط التنشيط بطرائق تشبه كثيرا جدا ما يحدث عندما ننظر إلى أشياء من الأحجام المطابقة.

إلا أنى أجريت أبحاثا للإجابة عن هذا السؤال - ليس السؤال عـن الكلـب وإنما عن السؤال الذى وراء ذلك السؤال، أى ما يكونه التصور - وأجريتهـا لمـا يقرب من ثلاثين سنة حتى الآن وأود أن أتحرك قدما من ذلك. أود بدلا من مجـرد محاولة إثبات أن هناك صورا عقلية بالفعل وأنها تمثلات صادقة لها دور وظيفـى فى نظم المعالجة، أود بدلا من هذا أن أسأل، " وإذن ماذا؟ من الذى يهمه ذلـك؟". أخذت أبحث مؤخرا فى أمر أسميه مؤقتا "مبدأ محاكاة الواقع ". وهو ينبنى على ما اكتشفته فى المعمل من أن معظم الأجزاء نفسها من المـخ - حـوالى الثلثـين -

تتشارك فى الأمرين معا، التصور البصرى العقلى والإدراك الحسى البصرى. هناك قدر كبير من التداخل، يؤدى بنا للظن بأن الصورة العقلية لأحد الأشياء يمكن أن يكون لها التأثير نفسه على العقل والجسد بمثل ما يكون تأثير رؤية الشىء بالفعل. وفكرتى هى أنه عندما تتشارك نظم المخ، فإنها لا تعرف (إذا جاز التعبير) من أين أتى الدافع المنبه؛ وهى تستطيع أن تنتج نفس النتائج سواء كنا قد نشطنا العملية داخليا (من المعلومات فى الذاكرة) أو خارجيا (من النظر إلى أحد الأشياء).

"مبدأ محاكاة الواقع " يصف طريقة استخدام الصور العقلية كبديلة للأشياء الواقعية، وأساسا كيف نتناولها فى أنفسنا. من المفيد أن نفهم المبدأ مصحوبا بما أسميه دورة "جيتى" (GITI) وهى الحروف التى ترمز للكلمات (الإنجليزية) التى تعنى ولد وعاين، حول وعاين. إذا كانت الصور العقلية تستطيع أن تحاكى أشياء ومشاهد فعلية، فإننا نستطيع أن نولد الصورة، ونعاين ما نحصل عليه، ونحوله، ونعاين النتيجة. من الممكن فعل هذا على نحو متكرر، بمعنى أننا يمكننا الاستفادة من مبدأ محاكاة الواقع لنصنع لأنفسنا كل ما هو جيد من الأمور.

ما نوع الأمور الجيدة التى أتحدث عنها؟ الذاكرة هى أحد الأمثلة الواضحة على ذلك. نحن نعرف من أبحاث آلان بيفيو عالم السيكولوجيا الإدراكية هو وعدد لا حصر له من الآخرين، أننا نتمكن من تذكر الأشياء بأفضل مما نتذكر صور الأشياء، ونتذكر صور الأشياء بأفضل مما نتذكر الكلمات. وثبت فى النهاية أيضا أننا عندما نتصور الأشياء التى تسميها الكلمات، فإننا سنؤدى اختبارات الذاكرة بأفضل مما نؤديها بغير ذلك. ترتب على ذلك أننا نهتم الآن بموضوعات مثل التنويم المغناطيسى. فى وسعنا أن نجعلك تنام مغناطيسيا ونجعلك تتصور شيئا وتتخيل أنه بالفعل شىء له ثلاثة أبعاد يظهر بتفصيل حى رائع، ونحن فى هذه الحالة نتوقع أن ذاكرتك ستتعزز حتى إلى حد أكثر.

أوضح علماء الأعصاب مثل مارك جينيرود وجين ديستى أن تخيلنا أننا نفعل شيئا يؤدى لحشد معظم ميكانزمات المخ التى تعمل كمرشد لما يقابل ذلك من الحركات الفعلية. كما أوضح من يعملون فى سيكولوجيا الألعاب الرياضية أننا

عندما نتخيل اشتراكنا فى أحد الأنشطة، فإننا نصبح أفضل فى أدائها بالفعل. وهذه العملية تتضمن أيضا توليد صورة، ومعاينة الصورة، وتحويلها بتخيل حركاتنا، و"رؤية" ما ستكونه النتيجة، ثم نعيد الدورة ثانية. وفى وسعنا فى المرة التالية مباشرة أن نغير الصورة، وذلك بما يعتمد على النتيجة التى "رأيناها". إذا تخيلنا أننا نلعب الجولف مثلا، وأن الكرة لم تدخل إلى الحفرة، نستطيع أن نتخيل ما الذى سيحدث لو أننا ضربنا الكرة برفق لمسافة أزيد قليلا. من الواضح أن الممارسة العقلية تنجح. ونحن بفهم طريقة عمل ميكانزمات التصور، نستطيع أن نعظم الاستفادة من هذه الممارسة.

يمكننا أيضا استخدام مبدأ محاكاة الواقع لاكتساب المعرفة بذاتنا. دعنا نحاول هذا: لنتخيل أن الوقت ظلام وأنك تسير وحدك، فأنت قد تأخرت. وتأخذ فى المشى بسرعة أكبر ثم تلاحظ وجود طريق مختصر من خلال زقاق. تزداد الدنيا ظلاما ولكنك لا تريد فى الواقع أن تتأخر أكثر مما ينبغى، وهكذا تأخذ فى الاتجاه للزقاق. ثم إنك تلاحظ أن هناك ثلاثة رجال يتسكعون قرب فتحة الزقاق، ويدخنون السجائر. هيا نفكر فى أول سيناريو: الرجال الثلاثة يبدون فى أوائل العشرينيات من العمر؛ وهم يرتدون شورتات طويلة متهدلة، وقمصان تى شيرت قذرة، وقبعات بيسبول مقلوبة للوراء. وعندما أخذت تقترب منهم، توقفوا عن الحديث ودارت كل رءوس الثلاثة وقد أخذت تتابعك. ما الذى ستشعر به؟

والآن، حاول الشىء نفسه، فيما عدا أنك تجعل الرجال الثلاثة صلعا، وفى منتصف العمر، وهم محاسبون بدينون يرتدون بدلا. ها هم يقفون هناك ويدخنون السجائر، وتدور كل رءوس الثلاثة وقد أخذت تتابعك. ما الذى ستشعر به الآن؟

كيف يكون الأمر إذا كان الرجال من السود أو من أصل لاتينى؟ ما الذى ستشعر به؟ إذا استطعت عن طريق هذه المحاكاة العقلية أن تصنف ما يوجد فى مشهدك العام أنت نفسك من حيث انفعالاتك، فإنك ربما تكتشف حقا أمورا عن نفسك ستثير دهشتك. هيا اجعل هؤلاء المحاسبين متوسطى العمر أفرادا من السود ثم انظر ما الذى ستشعر به. بعض الناس الذين يجابهون تفاعلاتهم مع المحاكيات

قد يجدون أن ما كانوا يظنون أنه قضايا عرقية هى فى الواقــع قضــايا طبقيــة. تستطيع هذه الأنواع من المحاكيات أن تنتج لك معرفة بذاتك وتساعدك على تحسين ذكائك الانفعالى.

نستطيع أيضا أن نتناول أجسادنا بالتصور. من الواضح أننا عنــدما نقــوم بتخيل جنسى فإننا نفعل هذا التصور. وعندما تتخيل شيئا مروعا - مواجهة متوقعة مع شخصية من السلطة مثلا، أو السير بطول ممر ضيق متهاوى على سفح جبــل - ستجد أن كفيك يأخذان فى العرق، وأن ضربات قلبك تتزايد. مــن الواضــح أن التصور العقلى يؤثر فى الجسم، ولكنى أفكر فى أمر يثير الاهتمام أكثر ممــا هــو واضح فى هذه الأمثلة. إحدى الظواهر التى ندرسها الآن هى الطريقة التى نغيــر بها المشهد الهرمونى العام لدينا بالتحكم فى تغيير تصوراتنا. هنــاك مــا يســمى "بظاهرة الانتصار": عندما تكون ذكرا وتفوز بمباراة، يرتفــع مســتوى هرمــون التستوستيرون[٥٣] لديك، وعندما تخسر، ينخفض مستواه، ربما لا يكون فى هذا ما يدهش، إلا أنه يثبت فى النهاية أنك عندما تشهد فريقك المفضل وهو يفــوز، فــإن مستوى التستوستيرون لديك يرتفع، وإذا خسر فريقك فإنه ينخفض. ويحــدث هــذا حتى عندما تشهد مسابقة شطرنج، فالأمر ليس بأنك يثور هياجك.

لماذا يثير ذلك اهتمامنا؟ لقد ثبت فى النهاية أن قــدرات الرجــال المكانيــة تتباين حسب مستويات التستوسيترون لديهم. تطرح الكثير من الأبحاث أن العلاقــة بين مستويات التستوستيرون والقدرات المكانية تكون دالتها فى شــكل حــرف U، فقدراتك المكانية لا تكون جيدة إذا كان عندك تستوستيرون بــأكثر أو أقــل ممــا ينبغى. عندما يزداد سنك ينخفض معا ما عندك من مستويات التستوستيرون هــى وقدراتك المكانية. وهناك براهين كثيرة على وجود ارتباط بين الاثنين. والســؤال هو، هل أنت تستطيع أن تتحكم فى تغيير مستويات التستوستيرون عندك - وبالتالى تتحكم فى تغيير قدراتك المكانية - بأن تجرى محاكيات تصورية، وترقب نفســك وأنت تفوز أو تخسر؟ إذا كان مبدأ محاكاة الواقع مبدأ صحيحا، فإنك ستستطيع فعل

---

(٥٣) هرمون الذكورة الأساسى، وتفرزه الخصية. (المترجم)

ذلك. هذا البحث مازال جاريا فى معملى بالاشتراك مع بيتر إليسون وكارول هــو فى. فلتنتظر معنا.

النقطة المهمة عندى هى أننا نستطيع أن نستخدم مبدأ محاكاة الواقع بطرائق كثيرة مختلفة، بما فى ذلك بعض الطرائق التى لا تكون واضحة بدهيا، مثل التحكم فى تغيير ما لدينا من المشهد العام الهرمونى. التصور العقلى مهم أيضا فى الإبداع وحل المشاكل. سجل أينشتين أن معظم ما فكر فيه قد تم إنجــازه بمســاعدة مــن الصور العقلية، بما يسبق أى نوع من تعبير شفوى أو وياضى. نحن نعــرف الآن ما له قدره حول طريقة استخدام الصور لخدمة حل المشاكل ولأن نكون مبــدعين. يزعم أناس أيضا أننا نستطيع التحكم فى تغيير صحتنا باستخدام ما أســميته بمبــدأ محاكاة الواقع. على أنى أتشكك نوعا فى ذلك. لاريب أن من الحقيقى أننا نســتطيع التحكم إلى حد ما فى تأثير المادة الخاملة[٥٤] فى تجارب الدواء، إلا أن التــأثيرات الطبية فى حالات مبدأ محاكاة الواقع هى فيما يحتمــل ليســت كبيــرة. إذا كانــت الأحداث المدركة حسيا لا تأثير لها، فإننا ينبغى ألا نتوقع أن يكون للتصور تــأثير. عندما نرقب حدثا معينا لن يبدو أن هذا يفيد فى شفاء السرطان، وهذا يجعلنى أعتقد أن التصور أيضا لن يفيد.

عندما أحاول فهم التصور العقلى، فإن المقدمة المنطقية عندى هى أن "العقل هو ما يفعله المخ". ولاريب فى أن هذا فيه نوع من سطحية بأكثر مما ينبغى. العقل حقا هو ما تفعله قشرة المخ، ذلك أن المخ يفعل أيضا أمورا ليســت عقليــة، مثــل التنفس. إذا كان الأمر هكذا، فإن السؤال يصبح، ما هى الطريقة التــى نفهــم بهــا معالجة المعلومات فى المخ؟ هذا واحد من أعمق الأسئلة فى علم النفس، وربما فى العلم عامة. وهو حقا سؤال ملغز. كيف يحدث أن الدلالات ومعانى الأشياء تستطيع أن تملى تسلسلا للأحداث فى هذه الماكينة الرطبة؟ المخ أو هذه الماكينة الرطبــة،

---

(٥٤) المادة الخاملة Placebo: عند تجربة مفعول دواء جديد يعطى لــبعض المرضــى الــدواء المختبــر، ويعطى لمرضى آخرين مماثلين مادة خاملة دوائيا دون إخبارهم بذلك، ويقارن التأثير فى المجموعتين للتأكد من أن أى تحسن فى مجموعة الدواء المختبر يكون نتيجة مفعوله وليس نتيجة تأثير نفسى قــد يؤدى لتحسن مجموعة المادة الخاملة. (المترجم)

لديه ما يقرب من ١٠٠ بليون عصبون، وكل عصبون منها لديـــه فـــى المتوســـط ١٠٠٠٠ وصلة. هذا ولاشك أمر معقد، إلا أننا فى النهاية نستطيع فهم المخ بلغـــة الكيمياء والفيزياء.

ولكن ما الطريقة التى تنتج بها هذه الماكينة تسلسلا لأنشطة مترابطة يمكـــن تفسيرها دلاليا، والطريقة التى تتيح بها لهذه الأنشطة أن تتعدل بواسطة دلالات مـــا تسجله من العالم؟ عندما تقول لى شيئا، لا يقتصر الأمر على نمط الأصوات، وإنما يؤثر "محتوى" ما تقوله فيما يفعله مخى. والطريقة التى سأستجيب بها تترتب على الطريقة التى يعالج بها مخى المدخل. الطريقة الوحيدة التى أعرفها لمجرد البدء فى التفكير حول هذا السؤال هى أن أفكر فى الطريقة التى يعالج المخ بها المعلومـــات، كيف يقوم بعملية "الحوسبة". دعنا نفكر للحظة فى أحـــداث فيزيائيـــة مثـــل حالـــة البايتات[٥٥] فى أحد الكمبيوترات. كل بايتة فى كل تسلسل من ثمانى بايتات تكـــون إما فى حالى تشغيل أو حالة إيقاف. نستطيع أن نصف فيزيائيا طبيعة هذه الماكينـــة هى والعتاد، ولكننا نستطيع أيضا أن نفكر فى التمثل: ما الذى يمثله هذا النمط مـــن النشاط الفيزيائى؟ نستطيع أن نفكر فى منظومات مفسرة تتأسس على قاعدة، حيـــث يكون للتمثلات تأثير فى الأجزاء الأخرى من إحدى المنظومات، بما يسبب تشكيل تمثلات أخرى، تكون معدلة أو مولفة أو يجرى تشغيلها بطرائق مختلفة، وتســـبب تولد مخرجات. من المفيد فى هذا الصدد أن نفكر فى أمر الحوسبة فى الكمبيـــوتر من أجل أن نصف طريقة عمل العقل، حتى وإن كان هذا فيه الاستعارة المجازيـــة الخطأ بالنسبة للمخ.

ينبنى الكمبيوتر على معمار لفون نيومان، حيث يكون هناك فصـــل صـــارم بين الذاكرة ووحدة المعالجة المركزية. وهذا يعنى أن هناك فصلا صـــارما بـــين العمليات والتمثلات، التى تقبع كامنة فى الذاكرة. وحدة المعالجة المركزيـــة هـــى أساسا جهاز تشغيل يستخدم التعليمات ليملى ما سوف يؤديه، وذلك من حيث أمرين

---

(٥٥) البايتة Byte. وحدة قياس مكونه من ٨ بتات (أرقام ثنائية) وتصنف المعدات حسب عدد البايتات كـــأن يقال إن القرص ذو ٤٠ ميجا بايتة والذاكرة ذات ميجا بايتة. (المترجم)

معا، الطريقة التى يفسر بها مجموعات متتالية من التعليمات، وكذلك ما يفعله بالتمثلات. فكرة التمثل فى جوهرها تعتمد على الطريقة التى تضبط بها وحدة المعالجة المركزية. بمعنى أن النمط نفسه بالضبط من البايتات يمكن أن يمثل رقما، أو حرفا، أو جزءا من صورة، الأمر الذى يعتمد على الطريقة التى يفسر بها. ما إن يتم أداء عملية، حتى تعود النتائج ثانية داخل الذاكرة لتعمل كمدخل لعمليات إضافية. الكمبيوتر مفيد كطريقة للتفكير حول هذا كله، ولكنه ليس نموذجا لطريقة عمل المخ؛ المخ لا يعمل مطلقا هكذا. إلا أن استخدام الحوسبة كنموذج لفهم المخ يتيح لنا أن نقدر تحركات الأحداث الفاتنة على مختلف المستويات من التحليل. إنه لغز رائع. كيف يمكن لإحدى الأفكار أن تنشأ عن مادة رطبة؟ كيف يمكن لإحدى الأفكار أن تؤثر فيما يجرى داخل المادة الرطبة؟

نحن – لحسن الحظ! – لا يلزم علينا أن نجيب عن أسئلة كهذه لنحرز تقدما فى فهم العقل. تأثر بحثى بشدة بالمنظور الحوسبى، ولكنى أعتقد أن الجزء المهم هو ما تم الكشف عنه، الاكتشافات الإمبريقية. عندما كنت طالبا فى الجامعة، وقعت فى طريقى على تلك الظاهرة الأساسية التى ظللت أدرسها طوال ثلاثين سنة عجيبة حتى الآن. فى أول سنة لى فى كلية التخرج فى ستانفورد – وكان هذا فى ١٩٧٠– كانت دراسات الذاكرة الدلالية تجرى بحماس حقا. نشر ألان كولنز وروس كويليان نموذج محاكاة فى ١٩٦٩ يزعمان فيه أن المعلومات تختزن فى ذاكرة المدى الطويل بطريقة هى أقصى الطرائق الممكنة كفاءة. (فيما يعرض، فإن هذا ليس فيه أى معنى بالنسبة للمخ، لأن مساحة التخزين فيه هى كما هو ظاهر ليست بالقضية، وإن كانت قضية بالنسبة للكمبيوتر). افترض العالمان أن الذاكرات تنتظم فى طبقات متراتبة حيث تختزن المعلومات فيها بتمثل يكون عاما بقدر الإمكان. وكمثل، نجد تحت (حيوانات) تمثل للحيوانات عامة، ثم الطيور، والثدييات، والزواحف، وهلم جرا. ونجد تحت "الطيور" الكناريا، وأبى الحناء وهلم جرا. كانت الفكرة هى أننا نختزن الخصائص المختلفة بأعلى ما نستطيعه فى طبقات التراتب، بدلا من نسخها مضاعفة بما يزيد عن الحاجة. وكمثل، فإن الطيور "تأكل"، ولكن

السحالى تأكل أيضا هى والكلاب، وبالتالى فإننا نختزن هذه الخاصية مرتفعة عاليا مع مفهوم الحيوانات. ونضع بطاقة مميزة على الاستثناءات عند مستوى أقل (مثل حقيقة أن النعام، بخلاف معظم الطيور، لا يطير).

إحدى الطرائق لاختبار هذه النظرية هى أن نسجل زمن الاستجابات. عندما نطرح على الناس مقولة مثل " يستطيع طائر الكناريا أن يغرد " ونسألهم أن يقرروا ما إذا كانت صحيحة أو زائفة، فإن المعلومات اللازمة لصنع القرار ينبغى أن تكون مختزنة فى المكان نفسه؛ بمعنى أن "طائر الكناريا" و"يغرد" ينبغى أن تكونا مربوطتان معا عند مستوى منخفض من الطبقات التراتبية. ولكن إذا طلبت من الناس أن يقيموا مقولة "يستطيع طائر الكناريا أن يأكل"، ينبغى أن يكون على المساهمين عندها أن ينفذوا فى الشبكة ليجدوا صلة بين المفهومين، وما إذا كانت "يأكل" مختزنة مع "حيوان". وبالتالى، فإن تقييم هذه المقولة ينبغى أن يستغرق زمنا أطول قليلا من تقييم مقولة "طائر الكناريا يستطيع أن يغرد"، وهذا هو ما يحدث فعلا! ومع ذلك فإن من سوء الحظ بالنسبة لهذا النموذج أنه قد ثبت أن مدى المسافة فى الشبكة الدلالية ليس بالأمر الحاسم. بين بحثى فى أول عام فى ستانفورد أن زمن الاستجابة يرجع السبب فيه ببساطة إلى المدى الذى تكون المصطلحات به مرتبطة ارتباطا وثيقا، وليس إلى المسافة الموجودة بينها فى الشبكة الدلالية. والنظرية هكذا كان فيها جاذبية، إلا أن المعطيات قد فسرت بسهولة بفكرة مبتذلة. ما هو المغزى من ذلك، شىء يدور حول أن نظرية جميلة قد قتلتها حقائق دميمة. حسن، هذا هو ما كان الأمر عليه.

على أن القصة لا تنتهى هنا. سألت الناس فى إحدى التجارب عن استجابتهم لمقولة أن "البرغوث يستطيع أن يعض، هل هذا حقيقى أو زائف؟" أجاب فردان بعنف أنه "زائف"، وسألتهما بعدها عن السبب. قال واحد منهم إنه قد "بحث عن" وجود فم ولم يستطع العثور عليه. وقال الآخر إنه قد "بحث عن" وجود أسنان ولم يستطع أن "يرى". أيا منها. هذه الفكرة من "البحث عن" و"الرؤية" لا تجد مطلقا مكانا ملائما لها فى نموذج كولنز وكويليان للكمبيوتر المؤسس على الشبكة، وهكذا

أخذت أفكر فى ذلك. كانت فكرتى أنه ربما يكون بعض المساهمين قد اســتخدموا التصور العقلى لتقييم هذه المقولات، وإذا كان الأمر كذلك فإن أزمنــة اســتجاباتهم ينبغى أن تعكس خصائص الصورة، ولا تعكس المسافة فى شبكة دلاليــة، أو قــوة الارتباط، أو أى شيء من هذا القبيل. وإذن، فقد هاتفت كل واحد ممن اختبرتهم من قبل وسألتهم إن كانوا قد نزعوا إلى التصور وهم يجيبون على الســؤال. وأجــاب نصفهم تقريبا بأنهم قد فعلوا وقال النصف إنهم لم يفعلوا. رسمت المعطيات بيانيــا للمجموعتين. وهاكم ما وجدت! بالنسبة للأفراد الــذين ســجلوا أنهــم اســتخدموا التصور، لم تكن هناك أى علاقة ارتباط بــين مــدى شــدة تــرابط الخصــائص بالحيوانات وبين مدى سرعة استجاباتهم. المتغير الحاسم بالنسبة لهؤلاء الأفراد هو حجم الخصائص: كلما كانت الخاصة أكبر حجما، استطاعوا أن "يروها" بأسرع.

صممت فى التو تجربة وضعت فيها الخصيصتين إحداهما إزاء الأخــرى - شدة الترابط والحجم. وكمثل، سألت الناس أن يقرروا ما إذا كانت مقــولات مثــل "الفأر لديه شوارب " حقيقة أو زائفة. والحيلة هنا هى أنهم ينظرون أمــر صــفات صغيرة ذات قوة ارتباط عالية (مثل الشوارب عند الفأر)، أو صفات كبيرة وليست عالية الارتباط (مثل الظهر عند الفأر)، أو صفات لا يحوزها الحيوان مطلقا (مثــل الأجنحة عند الفأر). وجدت أننا إذا طلبنا من الأفراد أن يتصوروا، يكــون العامــل الحرج هو مدى كبر حجم الخاصية: كلما كانت أكبر حجما، تكــون الاســتجابات أسرع. وإذا طلبت منهم عدم التصور وإنما أن يجيبوا إجابة حدســية بأســرع مــا يمكنهم، سنجد أن النمط يصبح عكسيا. وفى هذه الحالة تعتمد سرعة الاستجابة على مدى ترابط الصفة وليس على مدى كبر حجمها.

السؤال الثانى كان عن طريقة التفكير فى هذه النتائج. حدث مصادفة، فــى أثناء أدائى لهذه التجارب أنى كنت أيضا أحضــر فصــلا دراســيا فــى برمجــة الكمبيوتر. وكان ذلك فى زمن استخدامنا للبطاقات المثقبة. كان علينا أن نذهب إلى مركز الكمبيوتر، وندخل كومة بطاقاتنا، ونقف مترقبين ونحن ننظر إلــى جهــاز متابعة، فى انتظار أن يظهر لنا عملنا حتى نستطيع أن نرى ما إذا كان قد أخفــق،

الأمر الذى يمكننا معرفته بمدى الوقت الذى يجرى به. كان أحد التدريبات فى هذا الفصل هى أن نبرمج مجموعة من الروتينيات الفرعية الصغيرة التى تولد أشكالا هندسية - مثلثات، ومربعات، ودوائر - ثم نضبط مدى كبر حجمها والمكان الذى توضع فيه. كان علينا أن نؤدى أشياء مثل أن نصنع شجرة عيد ميلاد بأن نكرر استدعاء الروتين نفسه، ونولد مثلثا، ونرسم المثلث بأحجام مختلفة فى مواضع مختلفة، ونجعلها تتداخل لتنتج التصميم المطلوب.

وبينما كنت أفعل ذلك، خطر لى فجأة أن هذا قد يكون نموذجا للتصور العقلى مثيرا للاهتمام. نستطيع أن نفكر فى التصور على أن له أربعة مكونات رئيسية: تمثل عميق، هو تصور تجريدى فى الذاكرة الطويلة المدى؛ وتمثل سطحى، يشبه أن يكون عرضا بأنبوبة أشعة المهبط؛ وهناك عمليات تتولد بين الاثنين، بحيث إن الهندسة السطحية يعاد بناؤها فى "العرض العقلى " على أساس من التمثل العميق؛ وأخيرا هناك عمليات تفسيرية تنطلق من الصورة السطحية، وتفسر الأنماط على أنها تمثل أشياء، أو أجزاء، أو خصائص مميزة.

كانت هذه الاستعارة المجازية من الأمور الرائعة وقد أدت بى إلى إجراء الكثير من الأبحاث المثمرة. والحقيقة أن أول عشر أوراق بحث لى أو ما يقرب كانت إلى حد كبير نتيجة لمتابعتى لتضمينات هذه الاستعارة. إلا أنها كان فيها عائق أساسى: إنها استعارة، وليست نظرية فعلا. مهما كنت عنيفا وأنت تضرب أحدهم فى رأسه، فإنك لن تسمع صوت زجاج ينكسر، لا يوجد بالفعل أنبوبة أشعة مهبط فى الرأس. وحتى لو كانت موجودة، سنعود لا غير إلى مشكلة الحاجة إلى وجود "شخص صغير" فى الرأس لينظر إلى الشاشة (وإلى شخص صغير آخر فى رأسه، وهلم جرا، وهلم جرا). أدى بى هذا فى التو إلى أن أخذت أفكر عن طريقة لبرمجة نظام يكون فيه مصفوفات منظمة تعمل كحاجز، وتتكون الصورة السطحية بتحديد مواضع للنقط فى هذه الصفوف لتصوير الأشكال. إذا كان هذا النمط من النقط هو الصورة السطحية، وإذا كانت المصفوفة هى حاجز الذاكرة القصيرة المدى، سنتمكن من أن نحصل على تمثل أكثر تجريدا بكثير مشابه للغة ويتم

اختزانه بالفعل فى الذاكرة الطويلة المدى، ويمكن تشغيله لتكوين الصورة. رأيت أن الفكرة البارعة هنا هى أننا نستطيع أن نحوز فطيرتنا وأن نأكلها أيضا[٥٦]: فما نختزنه هو تجريد، ولكنه يمكن استخدامه لتكوين شيء ملموس جدا يشبه أن يكون صورة.

إحدى ميزات قياس التمثيل بالكمبيوتر هو أنه يجعل المرء يركز على فكرة نظم المعالجة، فلا يركز فحسب على ما هو منعزل من تمثلات أو عمليات وإنما على مجموعات من التمثلات والعمليات تعمل معا. لم يحاول أحد قط أن يستنبط بالتفصيل الطريقة التى سيبدو بها نظام معالجة يستخدم الصور. والحقيقة أن النماذج القليلة التفصيلية التى وجدت عن التصور ركزت كلها على مهام معينة مصطنعة وحاولت نمذجتها باستخدام قائمة عيارية من التركيبات. لم تكن هناك صور فى نماذج التصور المبكرة المؤسسة على الكمبيوتر. قررنا أن نأخذ جديا فكرة أن الصور العقلية ربما لا يتم تمثلها بالطريقة نفسها مثل اللغة؛ فلعلها فى الواقع "تكون" صورا. بنيت أنا وستيف شوارتز سلسلة من نماذج المحاكاة أوضحت أن هذه الطريقة للتناول ليست ممكنة فحسب بل إنها أيضا تفسر الكثير من البيانات. نشرنا أول ورقة بحث لنا فى ١٩٧٧، ثم ورقة أخرى فى ١٩٧٨. ألفت أيضا كتابا عن ذلك فى ١٩٨٠ وأسميته "الصورة والعقل"، حققت فيه الفكرة بتفصيل أكثر كثيرا مما اهتم بها أى فرد مطلقا. ويمكننى أن أقول هنا إنه لم يكن للنموذج ولا للكتاب أى تأثير. أذكر أنى سألت أحد أساتذتى فى ستانفورد عن رأيه فى النموذج، وقال إنه يعتقد أن فيه تفاصيل بأكثر مما ينبغى. السيكولوجيون عامة لا يحبون أن يكون عليهم فى الواقع العمل داخل إطار نظرى تفصيلى، وكان فى هذا أساسا النهاية لهذا الأمر. لدى بعض خلل طفيف فى الفص الجبهى لمخى يؤدى بى إلى أن أكون مثابرا، وبالتالى فقد واصلت استنباط تصميم للنظرية وإجراء التجارب بأى حال. صدر لى كتاب فى ١٩٩٤ عن التصور هو "الصورة والمخ" وهو ثمرة مباشرة لبحثى السابق ولكنه يرسم خريطة له فى المخ. وبدا أن الأوروبيين

---

(٥٦) هناك مثل إنجليزى معناه أننا إما أن نظل نمتلك فطيرة ولا نأكلها، أو أن نأكل الفطيرة فلا يعود لدينا فطيرة. (المترجم)

– وخاصة الفرنسيين – قد ثار اهتمامهم هم واليابانيين، إن لم يكن الأمريكيون قد اهتموا.

ينبغي بعد ما قلته أن أبدى ملاحظة عن أن هناك مؤخرا علامات على أن الاهتمام بالتصور العقلي أخذ يزداد. قد يكون هذا نتيجة جولة أخرى من نقاشي القديم مع زينون بيليشين. وهو صديق صدوق لجيرى فودور، ولكن بيليشين بخلاف فودور استمر دائما على الدعوى بأن ممارسة الصور العقلية تشبه الحرارة التى تنبعث من لمبة ضوء نقرأ عليها: إنها من نوع الظواهر المصاحبة؛ وهى لا تلعب دورا وظيفيا فى العملية. يعتقدة بيليشين أن الصور العقلية هى فحسب تمثلات شبيهة باللغة وأن من التوهم أن نرى أن فيها شيئا مختلفا. نشر بيليشين أول ورقة بحث له فى ١٩٧٣. ورددت عليها أنا وجيم بوميرانتز فى ١٩٧٧، واستمرت المناقشات تدور من وقتها.

ينظر بيليشين نظرة ازدراء كبير لعلم الأعصاب، وذلك بتعبير مهذب عن رأيه. وهو يعتقد أنه علم لا فائدة منه وليست له أى صلة بالعقل مطلقا. لست أعرف حقا ما الذى جعله يتوصل إلى هذا الاستنتاج. وأظن أن السبب هو أنه واحد من قلة من الناس (أقل من ٢ فى المائة من السكان) الذين لم يخبروا التصور. بل إن من الواضح أنه لا يدرك الفكاهات التى تعتمد على الصور. وهو فيما يحتمل يرفض أيضا جوهر فكرة التصور على أساس تخميناته حول الحوسبة، التى تتأسس على معمار فون نيومان. ومن الواضح أنه يعى أن الكمبيوترات لا تحتاج إلى تمثلات صورية وصفية. وقد تكون تخميناته عن العقل مماثلة لذلك. ولكن هذا كله مجرد تخمين.

لا يقتصر موقف بيليشين على معاداة النظريات التى لها جذور فى ميكانزمات عصبية، فهو يعتقد أن نظريات البنية المنطقية للغة ينبغى أن تكون نموذجا لكل الأنواع الأخرى من النظريات، ولكنه أيضا له موقف معادى للنماذج الحوسبية للشبكة العصبية. نشرت ما يحتمل أن يتراوح من ثمانى إلى عشر ورقات بحث مستخدما نماذج شبكية. بحثت عند مرحلة معينه من عملى المهنى طبيعة

العلاقات المكانية. وكان لدى فكرة بأن هناك بالفعل طريقتين لتمثل العلاقات المكانية بين الأشياء. الأولى هى ما أسميتها بأنها تصنيفية، حيث الصنف يحدد طائفة فيها تكافؤ. هناك بعض أمثلة لهذه العلاقات المكانية التصنيفية نجد منها " إلى اليسار"، و"إلى اليمين"، و"أعلى"، و"أسفل"، و"الداخل"، و"الخارج". إذا كنت تجلس فى الجانب المقابل لى، ستجد من وجهة نظرك أن قبضة اليد هذه هى إلى اليمين من هذه الراحة المفتوحة، ويصدق هذا على كل هذه الأوضاع المختلفة (عندما تتحرك اليد هنا وهناك وهى دائما إلى اليمين من المحور العمودى الذى تشكله القبضة). تعين عبارة "إلى اليمين" أحد الأصناف، وعلى الرغم من أنى أحرك يدى هنا وهناك، فإن كل هذه الأوضاع تعامل على أنها متكافئة. وهذا أمر مفيد فى أداء شىء مثل إدراك شكل بشرى، وذلك لأن العلاقات المكانية التصنيفية بين ذراعى وعضدى، وبين ساقى وفخذى، ورأسى ورقبتى، ورقبتى وجسمى، وهلم جرا، علاقات لا تتغير. الأجزاء التى تكون متصلة مع أجزاء أخرى (و"الاتصال مع" هو علاقة مكانية أخرى) تبقى هكذا متصلة معا، مهما قمت بعملية لوى لجسدى. توصيفات تنظيم الأجزاء باستخدام العلاقات المكانية التصنيفية أمر فى المتناول لإدراك الأشياء، لأننا عندما نختزن صورة بسيطة فى الذاكرة، سنجد أن الوضع الرأسى مثلا قد يكون فيه مضاهاة جيدة، أما عندما أنحنى وأحاول لمس أصابع قدمى، سنجد أن الصورة الناتجة ليس لها مضاهاة جيدة.

إلا أن العلاقات المكانية التصنيفية لا تفيد مطلقا فى حالة مد اليد للوصول لشىء ولا تفيد فى حالة الملاحة فى المكان. مجرد معرفتى بأن هذه القبضة هى إلى اليسار من هذا الكف أمر لن يتيح لى أن ألمسها بدقة؛ فعلى أن أعرف وضعها بالضبط مكانيا. إذا كنت أمشى وأنا أجوب الغرفة وكل ما أعرفه هو أن الطاولة موجودة أمامى، فإن هذا لن يفيدنى، لأن "أمامى" علاقة تصنيفية وبالتالى فهى تصدق على عدد لانهائى من الأوضاع النسبية. وهذا لا يصلح تماما للملاحة. وهكذا افترضت نوعا ثابتا من العلاقات المكانية أسميته بالتناسقية: حيث يتحدد بعد المسافة والاتجاه بالنسبة لوضع أصلى.

بينا فى معملى أن نصف كرة المخ الأيسر يكون أفضل فى ترميز العلاقات المكانية التصنيفية، وهذا معقول لأن التصانيف كثيرا ما تكون مؤسسة على اللغــة. أما النصف الأيمن فهو أفضل فى تشفير العلاقات المكانية التناسـقية، وهــذا أمــر معقول، لأن الملاحة فى المكان يتم أداؤها بطريقة أفضل بواسطة هــذا النصــف. بنينا مجموعة بأكملها من نماذج الشبكات العصبية تبين أنك إذا أحدثت شقا فى أحد النماذج – أى فى إحدى الشبكات – لينقسم إلى تيارين منفصلين، واحد بالنسبة لكل نوع من التمثل، فإن هذا النموذج يعمل بأفضل مما إذا كان لدينا نظام واحد يحاول أن يصنع معا التمثلات التصنيفية هى والتناسقية. النقطة المهمة لا ترجع كثيرا إلى وجود اختلاف بين نصفى الكرة، وإنما هى أن المخ يعتمد على طــريقتين اثنتــين متميزتين ليشفر العلاقات المكانية. أثارت هذه الدعوى خلافا طفيفا. أبهجنــى أنــى رأيت من زمن ليس بعيدا فى مجلة "جورنال أوف كوجنيتيف نيورو ساينس" (مجلة علم الأعصاب الإدراكى) أن هناك باحثين – لم أكن أعرفهم وقتها – قد اختبروا ما يزيد عن مائة فرد بعد أن أوقفوا عمل أحد نصفى المخ فى كل مرة لأسباب طبية، وبينوا أنه عند وجود مهام فيها تحدى بحيث يتوجب أن نصدر أحكاما عن العلاقات المكانية التصنيفية إزاء تلك التنسيقية، فإن التأثيرات الجانبية التى تنبأت بها تعمــل على نحو رائع.

هذه حقا مجرد زاوية صغيرة مما أفعله، وهو فى النهاية يتعلــق بأبحــاثى التصورية. ظللت دائما أحاج بأن التصور يجب فهمه فى منظومة تتضمن تمــثلات افتراضية مشابهة للغة وكذلك أيضا تمثلات وصفية. لست أفكر فى العقل على أنــه تخيلى صرف. لا يمكن أن يصدق ذلك. فالعقل عليه أن يعتمد على التنســيق بــين أنواع كثيرة مختلفة من التمثلات التى تتفاعل بطرائق معقــدة ومثيــرة للاهتمــام. التمييز بين نوعى التمثلات المكانية يستدعى تمييزا آخر بين الأشكال المختلفة مــن التصور التى تستخدم الأنواع المختلفة من العلاقات المكانية. والحقيقة أن لدينا أدلة على وجود هذا التمييز. أحد الاستنتجات المهمة من هذا كلــه أن: التصــور لــيس مجرد شىء واحد.

لماذا نجد أن النظام الذى فى الأساس من التصور قد انتظم بالطريقة التى انتظم بها؟ هذا سؤال جيد. إحدى الطرائق لتناول هذا الوجه الأساسى من الاهتمام قد أوضحها دان دينيت، وستيف بينكر وزملاؤهما. يحاول هؤلاء المنظرين أن يروجوا لبرنامج علم النفس التطورى. وبدلا من أن يفكروا فى أوجه السلوك كنتاجات للتطور، فإنهم يفكرون فى كيف أن بنية الوحدات الجزئية لمعالجة المعلومات فى المخ هى نتاج للتطور. وهذا برنامج مثير للاهتمام، وأعتقد أن له مستقبل مشرق. ولكن عند هذه المرحلة أشعر ببعض قلق حول حقيقة أن هذا المشروع ليس إمبريقيا على وجه الدقة. العلم هو عملية الكشف عن الأمور. ينبغى إجراء دراسات للكشف عن الأمور. من المفيد أن تكون لدينا نظريات كقاعدة نستطيع أن نوجه منها انتباهنا إلى القضايا والأسئلة، ولكن علينا عندها أن نجرى البحث الفعلى.

لو طلب منى القارئ أن أفسر اتجاه علم العقل بمعناه الواسع، سأقول أننا سنرى تجسيرا بين علم الأعصاب الإدراكى - حيث نتصور العقل على أنه ما يفعله المخ - وبين علم الوراثة. هذان المجالان هما الآن المجالان المستعران حقا فى التو، واللذان يوجد بينهما ثغرة هائلة.

فى أثناء كتابتى لكتاب دراسى تمهيدى لدراسة علم النفس قرأت كثيرا فى وراثيات السلوك. وأذهلنى حقيقة أن هؤلاء الناس يحاولون تجسير الفجوة من الجينات إلى السلوك فى انقضاضة واحدة وهم لا يحسنون أداء مهمتهم. فهم لم يحسنوا الأداء بأجراء دراسات ربط تحاول أن تصل ما بين التغاير فى السلوك والتغاير فى الأنواع المختلفة من الأليلات[٥٧]. يحدث أحيانا أنهم يستطيعون تناول ٢٪ من التباين. وخطر لى أنهم يتركون الوسيط جانبا. فهم يريدون التفكير بلغة من نموذج هو: الجينات ← المخ، ثم المخ ← السلوك. بمعنى أن الجينات تؤثر فى السلوك والإدراك عن طريق ما تفعله بالمخ. أدى بى التفكير فى هذا الأمر إلى أن اهتم اهتماما بالغا بالوراثيات، ولكن ليس بمعنى أن الوراثيات تكون

(٥٧) الأليل: واحد من اثنين أو أكثر من الأشكال الممكنة لأحد الجينات. (المترجم)

طبعة تصميم زرقاء[٥٨]. فيما يبدو، فإن معظم الجينات التى لها وظيفة فى مخ البالغين يزداد تنشيطها وينخفض حسب الظروف. فيتم تشغيلها وإيقاف تشغيلها.

هاكم أحد الأمثلة ليوضح الفكرة العامة (التى أنشأها الطبيب النفسى ستيفن هايمان، الذى يتصادف أنه يرأس حاليا جامعة هارفارد): عندما تريد أن تبنى عضلاتك فإنك ترفع الأثقال. إذا كانت الأثقال بالدرجة الكافية من الثقل، فإنها تؤدى إلى إتلاف عضلاتك. وهذا التلف يؤدى إلى تكوين سلسلة تفاعلات كيميائية، تصل إلى نوى خلايا عضلاتك وتشغل الجينات التى تصنع البروتينات وتبنى ألياف العضلات. لم يتم تشغيل هذه الجينات إلا فى استجابة للتحدى البيئى. وهذا هو السبب فى أنك ينبغى أن تحافظ على رفع أوزان أثقل وأثقل. تصدق حرفيا فى هذه الحالة العبارة القائلة "لا ألم، إذن لا مكسب". التفاعل مع البيئة يشغل جينات معينة لا يتم تشغيلها بغير ذلك؛ والحقيقة أنها تقف عن العمل عندما لا تواجه تحديات معينة. يصدق الشىء نفسه على المخ. تنمية محاور تغصنات[٥٩] جديدة، أو حتى استكمال الناقلات العصبية[٦٠]، أمر مرتبط بتشغيل الجينات أو إيقافها كاستجابة للمخ، والمخ بدوره يقوم بالاستجابة للتحديات البيئية.

أنا مفتون تماما "بالسؤال الكبير" حقا، كيف تتيح الجينات للمخ أن يستجيب للمهام التى فى مدى التناول. عندما يحدث تشغيل وإيقاف للجينات، يؤثر هذا فيما تفعله العصبونات، ولاريب أن هذا يؤثر بالتالى فى طريقة توزيع الدم، ليؤثر الأمر بدوره فى الإدراك والسلوك. ثمة مشروع ضخم لايزال علينا القيام به، سوف يغرس جذور علم النفس مع سائر العلم الطبيعى. ما إن يتم إنجاز ذلك حتى نستطيع أن ننطلق من الظواهرية (أمور مثل التصور العقلى) إلى معالجة المعلومات (أى الظواهر التى نستطيع نمذجتها على الكمبيوتر) إلى المخ. سوف نفهم الطريقة

---

(٥٨) طبعة التصميم الزرقاء: رسم للتصميمات الهندسية على ورق أزرق يجرى على أساسه تنفيذ المشروع الهندسى فى الواقع. (المترجم)

(٥٩) التغصنات تفرعات تخرج من الخلية العصبية وتحمل التيارات العصبية من وإلى الخلية العصبية. (المترجم)

(٦٠) الموصلات أو الناقلات العصبية مواد كيميائية تنطلق من الألياف العصبية وتمرر نبضة عصبية إلى عضلة أو إلى عصب آخر. (المترجم)

التى تنشأ بها فى المخ أنواع معينة من معالجة المعلومات، ونتعمق مباشـــرة فـــى أعمال العصبونات بما فى ذلك البيوكيمياء، وانطلاقا بطول الطريق إلى البيوفيزياء والطريقة التى يحدث بها للجينات تنظيم نشاطها ارتفاعا وانخفاضا.

سوف يحدث هذا؛ ليس لدى مطلقا أى شك فى ذلك. وعندما يحدث، سيكون لدينا فهم للطبعة البشرية أفضل لأقصى حد مما كان لدينا فى أى وقت آخـــر مـــن تاريخ البشر. إذا كنا نريد فهم التطور، فإن نتاجات التطور فى النهاية هى الجينات. لماذا لا ندرس الجينات، إذا كنا نريد أن نفهم ما يوجد من أسباب وراء تنظيم المخ؟ ثمة أسباب لأن لدينا تلك الجينات بدلا من جينات أخرى؛ وها هنـــا تـــدخل قصـــة التطور. على أن مخى أنا بعينه أو مخك أنت بعينه يكون على النحو الذى يكـــون عليه ليس فقط بسبب ما لدينا من جينات معينة وإنما أيضا بسبب الطريقة التى تنظم بها البيئة زيادة أو انخفاض نشاط تلك الجينات فى أثناء التنامى، بما ينحت الطرائق المعينة لمخنا، وكذلك بسبب الطرائق التى تستجيب بها جيناتنا للتحـــديات البيئيـــة والداخلية. وهذا كله مما يمكن متابعته إمبريقيا. فالأدوات متاحة، والأسئلة واضحة، ونحن نعرف نوع الإجابات التى نلتمسها. حان الوقت لأن ننطلق!

الجزء الثانى

هل سيوجد ماشينا سابينز

(نوع الماكينا العاقلة)

البرمجيات مذيب ثقافى

جوردان ب. بولاك[1]

أبحث فى تطوير فهم للتركب البيولوجى وكيف يمكننا تخليقه، ذلك أن حدود هندسة البرمجيات أصبحت الآن واضحة منذ عقدين من السنين. أكبر البرامج التى يستطيع أى فرد أن يبنيها تبلغ ما يقرب من ١٠ ملايين سطر من الشفرة. أما الكائن البيولوجى الحقيقى - الكائن الحى، المنظومة الإيكولوجية، المخ - فهو شىء فيه من التركب ما يماثل ١٠ بلايين سطر من الشفرة. فكيف نصل إلى ذلك؟

(١) جوردان ب. بولاك أستاذ لعلم الكمبيوتر والنظم المركبة فى جامعة برانديس. وله أبحاث معملية عن الذكاء الاصطناعى، والحياة الاصطناعية، والشبكات العصبية، والتطور، والنظم الديناميكية، وهذه الأبحاث كلها قد وردت عنها تقارير فى صحف "نيويورك تايمز"، و"تايم"، و"ساينس"، و"إن بى آر"، وغير ذلك من مصادر الإعلام على نطاق العالم، وبولاك مخترع غزير الإنتاج، ويعمل مستشارا لشركات عديدة ناشئة، ويدير فى وقت فراغه شركة ثينميل التى تصنع برمجيات لدعم البريد الإلكترونى والاتصالات التليفونية اللاسلكية.

نحن نعيش فى عصر رائع، عصر يسبق مباشرة نقطة الالتقاء مع الميكانزم، حيث سنرتدى كمبيوتراتنا كجزء من أجسادنا. يتحدث الناس الآن عن الإنترنت، والتليفزيون، والتليفون، وتحويلها إلى أجهزة شخصية يمكن ارتداؤها، ولكننا أيضا نعيش خلال قرن اندماج المعلوماتية البيولوجية، والتكنولوجيا الحيوية، ومعالجة المعلومات. ومع فهمنا للعمليات الخلوية والتمثلات العصبية، ومع ما ننشئه من تكنولوجيات ميكروإلكترونية وتكنولوجيات بمقياس النانو[٢]، مع هذا كله ستكون لمصنوعاتنا القدرة على التفاعل مع بيولوجيتنا عند مستوى غاية فى أساسيته. ولسوء الحظ نحن لم نفهم بعد جيدا تركب الطبيعة بالدرجة الكافية لان نعرف ما الذى نفعله بهذا الشأن.

أجرى أبحاثا فى تطوير فهم للتركب البيولوجى وكيف يمكننا تخليقه، ذلك أن حدود هندسة البرمجيات قد أصبحت الآن واضحة منذ عقدين من السنين. أكبر البرامج التى يستطيع أى فرد أن يبنها تبلغ ما يقرب من ١٠ ملايين سطر من الشفرة. أما الكائن البيولوجى الحقيقى - الكائن الحى، المنظومة الإيكولوجية، المخ - فهو شيء فيه من التركب ما يماثل ١٠ "بلايين" سطر من الشفرة. فكيف نصل إلى ذلك؟ تجرى فى معلمى أبحاث حول هذه المسألة من التنظيم الذاتى، باستخدام التطور، والشبكات العصبية، والألعاب، وحل المشاكل، والروبوتيات. وطريقة بحثنا هى بأن نحاول إقامة تفاعلات كيميائية غير متوازنة فى البرمجيات تؤدى إلى استهلاك زمن الكمبيوتر - شكل من الطاقة - وتخلق لنا هكذا بنية. يمكننا أن نجعل بعضا من هذه البنية واقعيا، فى شكل روبوتات، ومع أن الروبوتات تستثير الكاميرات ووسائل الإعلام بدرجة أكبر كثيرا من عناصر حل المشكلات، والألعاب، وتعلم اللغة، فإن بحثنا الأساسى هو أننا نحاول أن نفهم من أين يأتى التركب نفسه، دون مصمم له.

التصور الذى نجرى بحثنا عليه بشأن الروبوتات يماثل تصور صناعة الأدوات. لا توجد أداة تصلح لكل الأغراض؛ وبدلا من ذلك هناك المثاقيب،

---

(٢) النانو: جزء واحد من البليون. (المترجم)

والمخارط، والمناشير، والصاقلات، والأدوات الأخرى التى تفى بأغراض محددة. سوف نصنع روبوتات مخصصة لأغراض محددة. لن تكون هناك روبوتات لكل الأغراض مثل أدوات "روزى جيتسونز". سيكون هناك بعض نوع من روبوت قد يمهد ممشاك، أو ينظف حمامك للسباحة، أو ينظف مزرابك، أو ينظف غرفتك بمكنسة شفط. وفيما أرى، لن توجد أى روبوتات شبه بشرية لكل الأغراض لمدى قرون من الزمن. والأمور كما نراها، ستجرى – فى العقد التالى فيما يحتمل – متجهة إلى صناعة روبوتية سوف تصنع مئات من الماكينات المختلفة البكماء، كل لغرض خاص، أشياء تكون فى النهاية معقدة مثل طابعات الحبر النفاثة وماكينات بطاقات الائتمان التى تشكل روبوتات زمننا الحقيقية. تعريفى للروبوت أنه برنامج كمبيوتر مثبت إلى قطعة من العتاد، ويعمل ٢٤ ساعة يوميا وفيه ما يبرر الإنفاق فى استثمار لخلقه. بل إن الروبوتات ربما ستؤدى حتى لأن يفقد الناس عملهم. سيكون الكتبة الناسخون هم من تصيبهم البطالة فى حالة طابعات الحبر النفاثة؛ وسيكون صيارفة البنوك من تصيبهم البطالة فى حالة ماكينات بطاقات الائتمان. هكذا فإن ثمة نوع من الاضطراب فى طريقه إلينا.

شاركت أيضا منذ ١٩٧٦ فى أبحاث حول الميكرو كمبيوترات، الكمبيوترات الصغيرة جدا التى توجد الآن فى كل مكان؛ فهى موجودة داخل كاميراتنا، وموجودة داخل أجهزة تسجيل الشرائط. كما أن فأر شركة آبل الجديد لديه فى داخله كمبيوتر فائق، كما هو ظاهر!. نحن فى طريقنا للوصول إلى عصر الكمبيوترات القابلة لارتدائها؛ أعتقد أن الأجهزة الجديدة مثل جهاز بلاكبرى (توت العليق) والتليفون/المساعد الشخصى الرقمى، هى حقا بداية الكمبيوترات القابلة للارتداء. نحن نرى أناسا يضعون طول الوقت فى أذانهم زر تليفون خلوى. هذه الكمبيوترات القابلة للارتداء ليست كما وصف العلماء المثقفون، هم أو المغفلون، إنها ستبدو عليه، ولكن الناس يحملونها هنا وهناك طول اليوم فوق أحزمتهم، ويستخدمونها طول الوقت، وسوف تتطور إلى شىء يقارب وسيلة الاتصال فى روايات الخيال العلمى: صوت مع أفلام الفيديو، ونظم MP3 للتبادل المضغوط للموسيقى، والفاكس، والبريد الإلكترونى. ستكون هذه أمور نعيش معها طول اليوم كله لنصبح غير مقيدين كمجتمع.

لاريب أن الكمبيوترات القابلة للارتداء ستبدو لبعض الأفراد وكأنهـا لجـام إلكترونى. على أن ما يحدث بإصرار لا يتوقف، هو أنه على الرغم من أن العـالم أصبح فيما يفترض عالما أصغر، إلا أن شبكات علاقاتنا الاجتماعية تشكل ما هـو أوسع وأوسع من الشبكات. عندى أناس أتواصل معهم فى أطلانطـا، وواشـنطن، وكاليفورنيا، ونيويورك - بل وفى الحقيقة عبر العالم كله - وقد أصبحت أكثر تنقلا وأسافر بأكثر، كما أنى أجد فى الوقت نفسه أن عدد ما أعالجه يوميا مـن رسـائل البريد الإلكترونى قد زاد من ١٠ إلى ١٠٠. وسوف يزيد فى سنتين ليكـون ٣٠٠ رسالة يوميا! نحن نرى هنا وظيفة يصلح الذكاء الاصطناعى لأدائها، مع تزايد عدد رسائل البريد الإلكترونى ورسائل التليفون الخلوى.

وكمثل فقد صممت مرشحا متكيفا للبريد الإلكترونـى. أسـتطيع أن أخبـر المرشح أنى أريد أن أرى فحسب ٥٠ رسالة يوميا من هذه الثلاثمائة، ولكنى مازلت أود أن أعرف شيئا حول المائتين والخمسين رسالة الأخرى. لست أريد لأى ماكينة أن تلقى بعيدا بأى مواد إلا عندما أكون قد قلت من قبل إنى لا أريد أى مزيد مـن بريد هذا البائع أو ذاك. ولكنى أريد أهم خمسين رسالة حسب ترتيـب أولويـاتى، وهى أولويات متكيفة وتتغير على أساس يومى. أود أن أرى مثلا إجابة من فرد من الأفراد أكون قد أرسلت له مؤخرا بريدا إلكترونيا. قد لا يكون رئـيس الولايـات المتحدة واحدا ممن "أضعهم فى قائمتى الداخلية"، ولكنى لن أود أن يفـوتنى بريـد إلكترونى منه. هناك تكنيكات ذكاء اصطناعى بسيطة إلى حد كبير ويمكنها أساسـا أن تأخذ تلك الرسائل الثلاثمائة يوميا وتلتقط منها الرسائل التى يكون مـن أقصـى المرجح أننا نهتم بها، وفى الوقت نفسه لا ترمى بعيدا بأى شىء ربما ستكون هناك بعض فرصة لأن نهتم به.

أصبح الطلب على جهاز اتصال قابل للارتداء وله القدرة على أن يتعامـل بذكاء مع كل اتصالاتنا، طلب يزداد ويزداد أهمية. وهذا هو السبب فى أن جهـاز "بلاكبرى" أصبح الآن ينتشر انتشارا شعبيا بالغا (وهو أول كمبيوتر قابل للارتـداء ينتشر شعبيا)، وذلك لأنه يكاد ينسخ نسخا بارعـا المنظـر الـذى تنالـه بجهـاز "ميكروسوفت أويتلوك" الذى يوضع فوق سطح المكتب، بحيث يكون هذا المنظـر

داخل شيء يستطيع المدير التنفيذى أن يحمله هنا وهناك. سيكون لدينا خلال أعوام قليلة عدسات عينية تعطينا منظرا ملونا بالكامل لجهاز سطح المكتب وذلك على أداة كمبيوتر لاسلكى صغيرة قابلة للارتداء. هكذا ستصير اللأمور، وأنا يثيرنى أن أكون مشاركا فى ذلك.

دعنا ننظر لمشكلة الروبوتيات من وجهة نظر اقتصادية. لنفرض مثلا أنى أستطيع صنع روبوت مكنسة شفط وأن إنشاءه سيكلف ٥ ملايين دولار، وسيتكلف كل جهاز شفط ٥٠٠٠ دولار. ولكننا نستطيع شراء مكنسة شفط بسيطة من الطراز القديم مقابل ١٠٠ دولار وندفعها بأنفسنا، أو نأتى بأحد الأشخاص ليعمل بأجر من ثمانية دولارات فى الساعة ليدفعها. لن يأتى هكذا أى ربح من الروبوتات؛ لن يوجد سوق جموعى يبرر وجود النوع اللازم من الإنشاءات. ما لم نحصل بالفعل على روبوت مشابه للإنسان يصلح لكل الأغراض ويكون رخيصا بالدرجة الكافية لتأجيره بدلا من الإنسان، ما لم يحدث ذلك سيكون أمامنا هوة هائلة علينا اجتيازها.

ما يفعله معملى هو أنه يحاول أن يبتعد بالمهندسين البشريين عن عملية تصميم الروبوت - فها هنا يكون عنصر الموهبة البشرية ذات التكلفة الغالية الثابتة - ونحن نبعدهم حتى نستطيع صنع روبوتات اقتصادية بكمية قليلة. ربما سيلزم تصميم روبوت من نسخة واحدة أو ثلاث أو خمس نسخ. الروبوت الذى يساعد فى إجراء الإنتاج الصناعى قد لا يدوم إلا لستة أشهر، وهذا وقت لا يكفى للإيفاء بتسديد الاستثمار الذى بذل فى هندسته. لن تكون للروبوتات مصداقية اقتصادية مع عدم إنتاجها بالجملة، إلا فقط عندما يصبح لدينا روبوتات تقارب تكلفة المواد اللازمة لصنعها. لن يؤدى تصميمنا الأوتوماتيكى بالكامل وطريقة تصنيعنا إلى خلق الروبوتات التى تتكاثر ذاتيا كما فى روايات الخيال العلمى، ولكنها ستستخدم برمجيات لتصميم ماكينة فى الواقع الخائلى لتفى بهدف معين، ثم تبنى أوتوماتيكيا تلك الماكينة. ليس فى هذا ما يروع؛ إن له عائد تكلفة مجزى. نحن عندما نصنع تصميما أوتوماتيكيا، وعندما يكون لدينا قطعة برمجيات ذات قدرة لأن تخترع بالفعل فإننا بذلك نبدأ فى إثارة السؤال الذى أثارته الكمبيوترات لاعبة الشطرنج من

زمن طويل. إذا كان لعب الشطرنج حقا أمرا بشريا وقد أخذ الكمبيوتر يفعله، مـاذا يقول لنا ذلك عن البشرية؟

الحياة نفسها لها قاعدة أساسية تنظيمية وهى بمقياس من التركـب يقـزم أى هندسة للبرمجيات. نحن فى معملى نبحث أمر سؤال بيولوجى أساسى هو، "كيـف يمكن لأحد الأنظمة أن يستهلك الطاقة ويخلق المزيد والمزيد من البنية المعلوماتية؟ كيف يستطيع برنامج كمبيوتر أن يكتب نفسه ببساطة بأن يستهلك وقت الكمبيوتر؟" هذه بمعنى ما طريقة تناول حوسبية وديناميكية - حرارية تتناول الحياة الاصطناعية، فى تعارض مع طريقة تناول للحياة بهندسة - مبرمجتية صرف. عنـدما تحصـل على ١٠ بلايين سطر من الشفرة، سنعرف ما إذا كنا قد نجحنا أو فشـلنا. مـازال هناك نفوذ له تأثيره للفكرة التقليدية، الفكرة الحوسبية ذات القدسية الكبيـرة، التـى تقول بفصل المخ كعتاد عن العقل كبرمجيات، ولكن هذه الفكرة فى النهايـة خطـأ تماما، وذلك لأن الاستعارة الحوسبية المجازية عن البرامج المتسلسلة التـى تعمـل على بنى بيانات منفصلة لا تستوعب حقا الثراء الذى يوجد فى الـنظم الطبيعيـة. الفكرة التقليدية لفون نيومان هى فحسب ليست بالثراء الكافى لاستيعاب ما يجـرى فى العالم الطبيعى. لست أقول إنه توجد هنا قدرة روح سحرية، وإنما أقول فحسب إننا يجب أن نوسع توسيعا عنيفا من فكرة أن المعلومات يتم تمثلها بطريقة تتجاوز الحوسبة الرمزية التقليدية.

ظللنا ننظر فـى نظـم الشـواش[٣]، والتشـكلات[٤]، والـنظم الديناميـة، والجاذبات[٥] هى والزائلات[٦] معا، وهذا كله يختلف تماما عما ندرسه فـى علـم

---

(٣) الشواش: نظرية بأن ما يبدو من ظواهر عشوائية فى فروع مختلفة من العلم، إنما تنتج أساسا عما هو كامن من أسس ديناميكية مركبة. ونتيجة ذلك أن يحدث سلوك غير متوقع ولادورى فى أحـد الـنظم نتيجة اختلافات بسيطة أولية كما فى تدفق سائل مضطرب أو عدم انتظام ضربات القلـب. ويضـرب لذلك مثل شهير هو أن رفرفة أجنحة فراشة فى غابة بأفريقيا قد تسبب عاصفة فى أمريكا! (المترجم)

(٤) التشكلات: التشكل كيان هندسى من الظاهر أنه شواشى أو غير منتظم ويتولد حسب معادلة رياضـية بأن تكرر تفرعات لشكل هندسى أساسى يظل حجمها يصغر دائما. والتشكلات تسـتخدم كثيـرا فـى الرسوم بالكمبيوتر. (المترجم)

(٥) الجاذبات: عناصر تجمع شبه منتظم لها دور كإحدى نتائج الشواش. (المترجم)

(٦) الزائلات: الزائل وصف للظاهرة التى تحدث نتيجة تغير مفاجئ وتستمر بعده زمنا قصيرا. (المترجم)

الكمبيوتر مما هو تقليدى من بنية البيانات - زائد - الخوارزمات. إن هذه لفكـرة فقيرة عند مقارنتها بما يحدث فى النظم الطبيعية. ماذا يوجد فى كتاب الطهى الإلهى الذى يمكن تركبات الأشياء من أن يكون لها أوجه سلوك جديدة مبهرة فى كل مكان من الكون؟ لماذا يتّحد الهيدروجين والأكسجين فى شىء لـه طـور سـائل ممتـد وخصائص تجمد غريبة هكذا؟ سنجد أن الأخلاط العشوائية للكيماويات العضـوية غنية بما لها من إمكانات سلوكية، بينما الخيوط العشوائية لشفرة الماكينة تكون بـلا فائدة بنسبة من ٩٩,٩ فى المائة.

الأفكار التقليدية مثلها مثل النظم التى لها براءة اختراع مسجلة، أماكن تستطيع أن ترى فيها هذا التحول الانتقالى بطريقة فعالة للغاية. العجلة قطعة جهاز عتاد: إنها شىء، لقد خرطناها، وهى مستديرة، وتدور متدحرجة، وتحمل ثقـلا. إلا أن هنـاك أيضا قطعة برمجيات تقول فى معادلة "لكل آى (قوس دائرة) من ١ إلى ٣٦٠ يرسـم آر (نصف قطر) وثيتا (كزاوية)"، ونكون هكذا قد خلقنا عجلة فى قطعة برمجيـات! والآن، فإن مكتب تسجيل البراءات يرفض تقليديا تسجيل الخوارزم باعتبار أنه شىء من الطبيعة، أى مخلوق الهى، وبالتالى فهو غير قابل للتسجيل. ولكننا عبر ما مضى من العقد ونصف العقد الأخير أو ما يقرب من ذلك، قـد سـمحنا بتسـجيل بـراءة للبرمجيات. بل إننا سمحنا بتسجيل براءة للفكرة من أفكار الأعمال المالية. البرمجيات لغة، ونحن قد جعلنا لها حقوق تأليف؛ إنها لغة تصف كيف ستعمل الماكينـة بطـول الطريق حتى أدنى مستوى من التفاصيل. إن ما يفعله أحد الكمبيوترات، أو أجهـزة الترجمة للغة الحاسوب، أو أجهزة التفسير لبرمجة اللغات، هو أنها تجعل القطعة من النص تصير حية؛ وهكذا سوف تشتغل الماكينة بالضبط حسب الطريقة التى تصـفها قطعة نصنا. يسـتطيع الكمبيوتر أن يأخذ وصفا للدائرة - النقاط التى تشكل دائرة - ويحولها إلى عجلة تخيلية داخل بيئة تخيلية. القطعة من البرميجات مذيب، تذوب فيه الحدود بين ما هو تخيلى وما هو واقعى بين النص والاختراع.

بعض ما يوجد من إثارة حول مفهوم معملى عـن الروبوتـات المصـممة أوتوماتيكيا هو بسبب فكرة أننا قد عبرنا من العالم التخيلى عائـدين إلـى العـالم

الواقعى. البرمجيات نفسها قد صنعت اختراعات داخل الكمبيوتر - اختراعات يمكن فى عصر آخر أن يتم تسجيل براءة لها. نهاية هذا الحد الفاصل بين النص والاختراع أمر يؤثر عميقا فى المجتمع وفى المؤسسة الأكاديمية. البرمجيات لم ينتج عنها فحسب تحطيم التمييز ما بين النص/الاختراع، وإنما أيضا تحطيم الحدود بين ما تعودنا أن نمتلكه وما تعودنا أن نستأجره. يحدث الآن فى عصر المعلومات إعادة لتعريف الملكية. قد تعودنا أن نشترى كتابا فنمتلك بعدها ذلك الكتاب. ولكن ذلك الكتاب كان فى الواقع ثلاثة أجزاء مختلفة مندمجة معا فى شىء واحد. أحد الأجزاء هو الكلمات، المحتوى المعلوماتى؛ والجزء الثانى هو الوسيط، الميكانزم الفيزيقى للتوصيل، الورق والحبر اللذان يقبضان على الكلمات؛ والجزء الثالث هو العقد الاجتماعى والقانونى، الرخصة التى تقول، "ربما يكون لك أن تشترى هذا الكتاب، ويكون لك بعد قراءته أن تحتفظ به فى مكتبتك أو تمرره لصديق أو أن تبيعه فى سوق البضائع القديمة، ولكنك لا تستطيع أن تصنع منه مزيدا من النسخ لتبيعها". هذه المكونات الثلاثة - الوسيط، والمحتوى، والرخصة - قد تمزقت إربا فى عصر المعلومات.

وكمثل، فإننا قد نفكر فى شراء قطعة برمجيات من ميكروسوفت، ولكننا إذا قرأنا الرخصة بعناية سنرى أنها اتفاق قانونى يقول إننا لم نشتر هذه البرمجية، وإن ما اشتريناه بالفعل هو رخصة لاستعمالها، وهاكم شروط استخدامها: ليس للواحد منا أن يبيعها منفصلة عن كمبيوتره. وليس له أن يصنع نسختين منها. وهو لا يستطيع أن يعطى نسخة لصديقه فى أثناء عدم استخدامه لها، لأنها جزء من كمبيوتره. كما أن المحتوى الفعلى يتغير؛ فهو يمر بتحسينات إجبارية، يكون على الواحد منا بسببها أن يشترى البرمجيات مرة أخرى وأخرى، حتى وإن كان قد اشتراها من قبل. وهى تأتى على قرص لين، وقرص صلب، أو مسير سحاب يضغط النص، أو لمحة ذاكرة إلكترونية مدموجة؛ أو أنها تأتى بتحميل ترحيلى عن الإنترنت.

ما تعنيه حقيقة أن مكونات الكتاب الثلاثة قد تحطمت منفصلة هو أن هناك فرصا عظيمة للإثراء (بأن يباع المحتوى نفسه المرة بعد الأخرى) وكذلك فرصا عظيمة لإساءة الاستخدام. "إدارة الحقوق الرقمية" هي وحركات "المشاركة في الملف" تعملان معا ضد الملكية (باعتبار الملف شيء نحوزه إلى وقت أن نبيعه). وفي اعتقادي أن التهديد الأكبر للحالة البشرية ليس في وجود روبوتات أرخص، وإنما هو في انتهاء الملكية، عندما نجد أنه ليس في إمكاننا بعد أن نمتلك كتبنا، وتسجيلاتنا، وأفلامنا من الفيديو، وبرمجياتنا. نحن في حاجة في عصر المعلومات، لأن ننتقل إلى فهم أعمق للملكية، كحزمة من الحقوق. مع ابتداء عمل الجهاز الناسخ المسلسل "رحلة النجوم"، الذي يمكننا رؤية أسلافه في آلات يومنا التي تنسخ سريع النموذج الأصلي وتطبع بالأبعاد الثلاثية، سيعني هذا أنه بمثل ما حدث للكتب تماما، فإن الأقراص المدمجة، والبرمجيات، والأشياء الصلبة كلها سيتم نسخها. سيحدث ذات يوم أن فورد لن تكون شركة سيارات؛ وإنما ستكون شركة للملكية الفكرية ترخص لنا تصميما مركبا لأحد تنظيمات المادة. لن نمتلك سيارة تخصنا من طراز تي بيرد ٢٠٣٠، وإنما سيكون لدينا فقط ترخيص لحق الاحتفاظ بالذرات في هذا الشكل لمدة ثلاثة أعوام.

لن تختلف الأمور عن ذلك كثيرا على المدى القصير، ولنقل مثلا إن ذلك المدى هو خلال السنوات الخمس التالية. بالنسبة للكمبيوترات سنرى إلى حد كبير النوع نفسه من كمبيوترات الحجر التي نراها الآن، ومعها فحسب زيادة كمية في القوة ومزيد من منافذ البيانات في بنيانها. وبالنسبة للتليفونات الخلوية، سوف نرى ما هو أفضل اندماجا من الأجهزة الشخصية الرقمية المساعدة ونظم البريد الإلكتروني، وربما نرى بعض وسيلة لاسلكية بوسائط متعددة وتثير الاهتمام. ولكننا سنرى مثلما يحدث في الاتصال التلغرافي أن الشبكة بأسرها سوف يعوقها أبطأ قاسم مشترك، وسيكون نص البريد الإلكتروني هو شفرة مورس في هذا العصر. لست ممن يؤمنون كثيرا بجي٣ 3G (الجيل الثالث من البيانات اللاسلكية، الذي يعدنا بسرعة ذات نطاق واسع) وذلك لأنه غالي التكلفة بما يجعله غير عملي، وهذا هو السبب في أنني أبذل جهدا حتى أجعل أحد اختراعاتي تجاريا.

وماذا عن الروبوتيات؟ الصناعة الروبوتية كما هـي موجـودة الآن تـورد ماكينات غالية الثمن لصناعات تكون أرباح منتجاتها كبيرة بما يبرر أوجـه تـرف كهذه – مثل صناعة الرقائق، والعقاقير، وحزم البرمجيات. ولا أرى أن تغيرا كبيرا سيحدث حقا في الروبوتيات قبل ٢٠٠٥، ولكنى أعتقد أنه بحلول ٢٠١٠ سـيكون هناك بعض تأثير ممكن لرؤيتنا عن أتمتة التصميم وأتمتة الإنتاج الصناعى. ومـع وجود ما هو مناسب من الاستثمار والصبر، أستطيع أن أرى بوضـوح الطريقـة لخلق صناعة روبوتية متعددة الأغراض تستطيع أن تصـمم وتنـتج أوتوماتيكيـا ماكينات بسيطة للصناعة والتسلية – وهذا فيه قلب للفكرة التقليديـة لصـنع عبـد روبوتى شبيه بالبشر ويستطيع أداء كل شىء. إذا وجدت تكنولوجيا تستطيع أن تنتج إنتاجا رخيصا جدا من الروبوتات البكم الخاصة لمهام من أنواع مختلفـة – مهـام التجميع، مهام عسكرية، مهام تنظيف، مهام للتسلية، بل ومهام منزلية – إذا وجدت هذه التكنولوجيا فإنها قد تؤدى فعلا لصناعة مربحة ومستدامة ذاتيا، وتؤدى إلى أن تتغير الثقافة لتعود ثانية فى اتجاه اختراع وإنتاج سلع "حقيقية" بدلا من مواد الدوت – كوم.

الجـزء الثـانى - بيـان

دافيد جليرنتر[٧]

المبحث الرئيسى للعصر الثانى، الذى يزداد الآن قربا، هو أن تسمو الحوسبة متجاوزة الكمبيـوترات. سـوف تنتقل المعلومات خلال بحر من كمبيوترات بلا هويـة محددة وقابلة للتبادل بمثل مـا ينتقـل النسـيم خـلال الأعشاب الطويلة. سيكون كمبيوتر سطح المكتب ثقبـا مجوفا على الشاطئ، حيث تنبثق المعلومات عاليا مـن المحيط المعلوماتى مثلما يفعل ماء البحر.

(٧) دافيد جليرنتر أستاذ علم الكمبيوتر فى جامعة ييل ورئيس العلمـاء فـى شـركة "ميـرور ويرلـدز تكنولوجيز"، وشخصية قائدة بالجيل الثالث من الباحثين فى الذكاء الاصطناعى، ومخترع لغة برمجـة تسمى "ليندا" جعلت فى الإمكان ربط الكمبيوترات لتعمل معا على مشكلة واحدة. وقد بزغ من وقتهـا كواحد من المفكرين المستقبليين فى المجال المعروف باسم الحوسبة المتوازية أو الموزعة. من بين ما ألفه كتب "عوالم المرايا"؛ و"عروس الوحى فى الماكينة"؛ و"رسم حياة "؛ و" ١٩٣٩: عـالم الانسـجام الضـائع".

سوف يحدث فى أى ميكرو ثانية من الآن تحول فى الحوسبة. ليس الأمر فحسب أن مشاكلنا كبيرة؛ وإنما هى كبيرة و"واضحة". وليس الأمر فحسب أن الحلول بسيطة؛ وإنما هى بسيطة وتقع تحت ذقوننا مباشرة. وليس الأمر أن عتاد الكمبيوتر أكثر تقدما عن البرمجيات: آخر إنجاز مخترق فى نظم التشغيل الكبيرة كان فى نظم ماكنتوش منذ ما يقرب من عشرين سنة؛ والآن فإن أشد العناصر إثارة هو "لينوكس"، وهى نسخة من "يونيكس" التى كانت جديدة فى ١٩٧٦. تنزع التطبيقات التجارية للبرمجيات لأن تكون سيئة فى تصميمها، وسيئة فى صناعتها، وغير مفهومة، وفات أوانها. ويكون رد فعل المستخدمين لهذه الحقائق القاسية هو أن يلوموا أنفسهم (كمبيوترات للبلهاء، نظم تشغيل للمواشى). إلا أن التغير قادم، وسيكون ذلك بسرعة.

مهما كنا واثقين من قدوم حدث فى النهاية، فإن الحدث الذى لا يعرف بالضبط زمن وشكل وصوله يصبح مختفيا عندما نتصور المستقبل. نحن ننحو إلى عدم الإيمان بأنه سيحدث فيما يلى حرب كبيرة، أو أنه سيحدث فيما يلى هزة اقتصادية كبيرة؛ ولاريب فى أننا لا نؤمن بثورة كبيرة للبرمجيات ستحدث فيما يلى. ولما كنا لا نؤمن بالتغير التكنولوجى (وإن كنا نقول إننا نفعل)، فإننا نقبل بهزة كتف منا تلك المنتجات الكمبيوترية السيئة. ونحن نعمل من حولها، ونستفيد بها بأحسن ما يمكننا، ولانكاد نلاحظ حتى عيوبها (نتشبه بذلك القرويين الفرنسيين فى القرن السادس عشر فى إيمانهم بالقضاء والقدر)، ونفعل ذلك بدلا من أن نطالب بإصلاحها وتغييرها.

الأمور كلها مهيأة لقلبها. الأمور كلها ستتغير. وحسب قانون أورويل عن المستقبل: فإن أى تكنولوجيا يكون من "المستطاع" تجربتها "سوف" توجد. حسب آدم سميث هناك تلك اليد الخفية التى تقود الاقتصاد الرأسمالى تجاه تزايد دائم فى الثروة، وبمثل ذلك فإن قانون أورويل حقيقة من الحياة. فى "العصر الأول" للكمبيوتر كان المبحث الرئيسى هو تصغير الحجم ليصبح منمنما: زيادة القدرة، تخفيض الأسعار، الكمبيوترات لكل الأفراد. أما مبحث "العصر الثانى" الذى يزداد

الآن قربا فهو أن تسمو الحوسبة متجاوزة الكمبيوترات. سوف تنتقل المعلومات خلال بحر من كمبيوترات بلا هوية محددة، وقابلة للتبادل بمثل ما ينتقل النسيم من خلال الأعشاب الطويلة. سيكون كمبيوتر سطح المكتب ثقبا مجوفا على الشاطئ، حيث تنبثق المعلومات عاليا من المحيط المعلوماتى مثلما يفعل ماء البحر. سوف يقل ويقل اهتمامنا بالكمبيوترات. الموضوع الرئيسى الحقيقى فى الفلك هو الكون وليس التليسكوبات. والموضوع الرئيسى فى الحوسبة هو المحيط المعلوماتى وما فيه من بنى معلوماتية، وليس الكمبيوترات التى نستخدمها كتليسكوبات وأدوات ضبط.

نظم البرمجيات التى يغلب اعتمادنا عليها الآن هى نظم تشغيل (لينوكس، ماكنتوش أوس، ويندوز، وغيرها)، ومتصفحات الملفات (إنترنت، إكسبلورار، نتيسكيب كميونيكيتور، وغيرها). نظم التشغيل عناصر وصل تربط المستخدمين بالكمبيوترات؛ وهى مرتبطة بالكمبيوتر عند أحد الأطراف وبالمستخدم عند الآخر. والمتصفحات تربط المستخدمين بكمبيوترات قصية البعد، تربطهم "بخدم" على الإنترنت. ونجد حاليا أن نظم التشغيل والمتصفحات قد فات أوانها لأن الناس لم يعودوا يريدون الارتباط بالكمبيوترات - سواء كانت قريبة منهم "أو" قصية البعد. وربما كانوا لم يريدوا ذلك قط. فهم يريدون أن يرتبطوا بالمعلومات. سوف يتأسس المستقبل الحوسبى على الكيانات المعلوماتية، مجموعات من المعلومات مكتفية ذاتيا، ومرتبة ترتيبا متقنا ومعروضة عرضا جميلا، مثل الحدائق الضخمة التى لا خطأ فيها. سوف تخطو إلى أى "جهاز تضبيط " (كمبيوتر فى البيت أو فى العمل أو فى السوبر ماركت؛ أو جهاز تليفزيون، أو تليفون، أو أى نوع من جهاز إلكترونى) وتزلق داخله "بطاقة نداء"، تعين كيانا معلوماتيا. سوف يقوم جهاز التضبيط بضبطه فى الداخل. ويصل الكيان المعلوماتى ويرسخ فى الداخل، مثل عصفور أزرق يحط على غصن.

ستكون كل حياتك الإلكترونية مختزنة فى كيان معلوماتى. سيكون فى وسعك استدعاؤها لأى جهاز تضبيط فى أى وقت. عندما تزلق بطاقة الاستدعاء

الخاصه بك، فإنك تستخدم حسب الطلب أى جهاز إلكترونى تلمسه؛ ذلك أنك طالما تمسك ببطاقتك، ستعرف الماكينة عاداتك وتفضيلاتك بأحسن مما تعرفه عنها أنت نفسك. سيكون هناك فى المستقبل وجود مكثف للكمبيوترات. ستكون موجودة من حولنا فى كل مكان فى ثمار مزدهرة مثل الطحالب الإسبانية. سوف تحتشد فى أسراب كالجراد على أن السرب ليس مجرد جمهور كبير: يفقد الأفراد هويتهم فى السرب؛ وستجد أن الكمبيوترات التى تصنع هذا السرب الكوكبى ستندمج معا فى مادة المحيط المعلوماتى حيث لا توجد حدود فاصلة. ستكون الكمبيوترات الفردية وهى داخل السرب بلا هوية محددة مثلها مثل جزيئات الهواء. الكيان المعلوماتى سيكون مكررا أو موزعا عبر كمبيوترات كثيرة؛ ويمكنه أن يقطن فى كمبيوترات كثيرة فى الوقت نفسه. إذا كانت كمبيوترات المحيط المعلوماتى تعد مثل البلاطات فى فناء ممهد، فإن الكيان المعلوماتى يعد مثل ظل سحابة تندفع عبر بلاطات عديدة فى الوقت نفسه.

سوف تتغير الإنترنت تغيرا جذريا قبل أن تموت. عندما نتعامل مع موقع لويب بالغ البعد، فإننا نتجاوز إلى حد كبير طاقة كمبيوتر سطح المكتب مفضلين الطاقة البالغة البعد كخادم لويب. وعندما نستخدم كمبيوتر سطح مكتب قوى كمجرد قناة للوصول إلى مواقع ويب – تمتد من خلاله وتتجاوزه، بدلا من أن نستخدمه – فإن الأمر يشبه عندها أن نستأجر سيارة "هونداى" ونحتفظ بسيارتنا "البورش" فى الجاراج، كما يشبه تنفيذ برامج تخرج من مخزون القرص بدلا من استخدام الذاكرة الرئيسية والذاكرة الوسيطة. هكذا فإن ويب تجعل كمبيوتر سطح المكتب عنينا. ولكن طاقة ماكينات سطح المكتب هى مغناطيس سيقلب النزعة الحالية التى تقول إن "كل شىء على الويب!" من المحتم أن طاقة كمبيوتر سطح المكتب سوف تشد المعلومات لتخرج من الخدم البعيدين إلى كمبيوتر سطح المكتب. هل يعنى ذلك أنه إذا استخدم مليون فرد موقعا لويب فى الوقت نفسه فإننا سنحتاج إلى خادم عن بعد يكون متينا ولا يبلى سريعا ليجعلهم جميعا سعداء؟ لا. نستطيع أن ننقل الموقع ليكون على مليون جهاز لسطح المكتب ثم نستخدم الإنترنت للتنسيق. الموقع يماثل وحدة عسكرية فى الميدان، والقائد يتحرك مع قواته، أو هو يماثل فريق هوكى فى حركة محتشدة دائمة.

(استخدمنا أساسا هذا التكنيك لنبنى أول تنفيذات لمجموعات العلاقات المكانية. وهى تبدو وكأنها تعتمد على خادم مشترك، إلا أن هذا الخادم كان وهما؛ ليس هناك أى خادم، وإنما فقط سرب من العملاء) هل يمكن للأمازون دوت كوم أن يصبح كجماعة بدو رحل بدلا من أن يكون موقع قيادة مركزى ثابت؟ نعم، يمكنه ذلك.

مشاكل فوق السطح
ومشاكل تحت السطح

النوافذ / قوائم الاختيار، الفأر /واجهة تعامل جهاز سطح المكتب، وكلها قد اخترعتها شركتا زيروكس وآبل وانتشرت الآن معممة، كلها كانت اختراعات متألقة ولكنها الآن قد عفا زمنها. فهى تهدر مساحة الشاشة على صور بلا معنى، وتفشل فى أن تزودنا بمفاتيح كافية عما يكون داخل الملفات التى تمثلها تلك الصور الصغيرة غير الواضحة، وتجبر المستخدم على اختيار أيقونات لجهاز سطح المكتب فى حين أن النظام يستطيع هو نفسه اختيارها على نحو أفضل، وهى تبقى المستخدم وهو يناور بالنوافذ تماما مثلما يفعل عمال ساحة انتظار السيارات وهم يعيدون تنظيمها فى ساحة ضيقة فى مانهاتن، وتدور معركة خاسرة من أجل الحصول على مشهد لكمبيوتر المكتب بلا عائق لمساحة العمل، الأمر الذى لا يمكن التوصل له فى النهاية. ليس هناك وجود لمشهد بلا عائق.

تبدو لنا الأيقونات و"المشاهد المقلصه" وكأنها أمور جديدة، ولكننا قد لاقيناها من قبل. لكل كتاب مشهد " مقلص" أو "ايقونى"، وذلك هو صفحة ظهر الكتاب. الأيقونة تنقل معلومات أقل كثيرا من صفحة ظهر الكتاب المتوسط وأصغر منها كثيرا. هل "ينبغى" أن تكون أصغر كثيرا؟ هل يمكن أن يكون التكديس الأفقى "لصفحات الظهر" على الشاشة أكثر فائدة من تراكم غير منظم من الأيقونات؟

كان فأر الكمبيوتر اختراعا متألقا، ولكننا نستطيع حاليا أن ندرك أنه تصميم سيئ. فهو، مثل كل أداة يجب تحريكها ووضعها بدقة فى مكانها، كان ينبغى أن يزودنا بتغذية مرتدة ملموسة؛ ولكنه لا يفعل.

الاستعارات المجازية لها تأثير عميق فى الحوسبة. استعارة جهاز سطح المكتب توقعنا فى فخ تنظيم عريض للمعلومات بدلا من أن يكون تنظيما عميقا، وهذا أساسا يعد خطأ بالنسبة لشاشات الكمبيوتر. يمكننا بسهولة أن نوسع من أداء جهاز سطح المكتب (فنستخدم أدراجا، وأدراجا أخرى، والطاولات، والأرضية)؛ أما شاشة الكمبيوتر فلا يمكن توسيعها. كان من الممكن أن تصف آبل واجهة التعامل لديها بأنها "مشهد خلوى للمعلومات" بدلا من "جهاز سطح مكتب". كان يمكنهم تفسير الأمر بأنهم اخترعوا هذا المشهد الخلوى مثلما يتم اختراع مشهد خلوى بواسطة مهندسه المعمارى أو مثلما يخترعه مصمم مجموعة معارض خلوية. لقد اخترعنا مساحة مثالية لرؤية وتناول المعلومات المحوسبة. ومشهدنا الخلوى مشهد متخيل، ولكننا مازلنا نستطيع أن نلجه ونتحرك فيه هنا وهناك. شاشة الكمبيوتر هى الزجاج الأمامى لسيارتك، الدرع الواقى للوجه فى خوذتك للغوص. إلا أننا سنجد فى استعارة جهاز المكتب أن الشاشة " هى " واجهة التعامل، قدم مربع أو قدمان من ألوان متوهجة فوق لوح زجاجى. الشاشة فى استعارة المشهد الخلوى هى مجرد لوح زجاجى للعرض. وإذا نظرت من خلالها، سترى واجهة التعامل الفعلية كامنة وراءها.

تتأسس الحوسبة الحديثة على التناظر بين الكمبيوترات وخزانات الملفات، وهذا أمر خطأ ويؤثر تقريبا فى كل حركة نقوم بها. الكمبيوترات تختلف اختلافا أساسيا عن خزانات الملفات، لأنها تستطيع أن "تفعل". فهى ماكينات وليست قطع أثاث. استعارة خزانة الملف توقعنا فى فخ أسلوب سلبى وليس إيجابيا فى تناول المعلومات. نحن نتعثر مرتبكين فى النظام الجامد للملف - الدليل فى جهازنا من نوع ماك أو الجهاز الشخصى لأن هذا نظام صممه مبرمجون لمبرمجين - ولا يزال يعد نظاما جيدا للمبرمجين. ولكنه ليس جيدا لغير المبرمجين. وهو لم يكن قط صالحا لغير المبرمجين، ولم يقصد به قط أن يكون صالحا لهم.

عندما يكون لدينا ثلاثة كلاب أليفة فإننا نمنحها أسماء، أما إذا كان لدينا ١٠٠٠٠ رأس ماشية فلن تكون هناك أهمية للأسماء. والفكرة الحالية من إعطاء اسم لكل ملف

على كمبيوترك فكرة مضحكة. السياسة المعتادة بشأن أسماء الملفات لها نتــائج بعيــدة المدى: فهى لا تقتصر على مجرد أن تجبرنا على صنع أسماء حيث الأمر لا يستدعى أى أسماء؛ ولكنها أيضا تفرض قيودا على تناولنا لفئة مهمة من الوثائق، فئة تصل من العالم الخارجى. عندما تصل حديثا رسالة بريد إلكترونى (مثلا) فإنهــا لا تســتطيع أن تقوم بذاتها كوثيقة منفصلة، لا تستطيع أن تظهر بجوار الملفات الأخرى عنــد القيــام ببحث، أو أن تقبع بذاتها على جهاز سطح المكتب، أو أن تفتح أو تطبــع علــى نحــو مستقل. فهى لا تمتلك اسما، وينبغى طمرها عند وصولها داخل بعض ملــف موجــود (ملف البريد) له اسم بالفعل. ويصدق الشىء نفسه على ما يرد من صور فوتوغرافيــة وفاكسات، ومؤشرات كتب ويب، والصور الممسوحة، إلخ.

ينبغى ألا يلزم علينا وضع الملفات فى كتب دليل. وإنما ينبغى أن نتوصــل لها الأدلة وتأخذها. إذا كان الملف ينتمى إلى ستة من الأدلة، ينبغى أن تصل إليــه كل الأدلة الستة وتمسك به أوتوماتيكيا، فى نفس الوقت. ينبغى أن يتاح للملــف ألا يكون له اسم، أو أن يكون له اسم واحد، أو عدة أسماء. ينبغــى أن يتــاح لملفــات كثيرة أن تتشارك فى اسم واحد. ينبغى أن يتاح للملف الواحد ألا يكــون فــى أى دليل، أو أن يكون فى دليل واحد، أو أدلة عديدة. ينبغى لملفات عديدة أن تتشــارك فى دليل واحد. سنجد أنه من بين هذه الاحتمالات الثمانية لا يعتبر قانونيا إلا ثلاثة منها فى حين تم إلغاء الخمسة الآخرين، بلا سبب وجيه.

تيارات الحياة

كانت الكمبيوترات فى البداية تتعامل أساسا بالأرقام والكلمات. أما الآن فهى تتعامل أساسا بالصور. وفى المرحلة التى تبزغ الآن، سنجد أنها ســوف تتعامــل أساسا بالزمن الواقعى، الزمن الذى جعل مرئيا ومحسوسا. تنحو التقويمات الزمنية والخطوط الزمنية إلى أن تكون أمورا مربكة فى عالم الورق البعيد عن الكمبيوتر، ولكنها أمور طبيعية وهى على الخط (On line).

الكمبيوترات تجعل من الترتيب الأبجدى أمرا عفا زمنه. خزانات الملفات هى والعقول البشرية كلاهما نظم اختزان للمعلومات. نستطيع أن نصوغ نموذج اختزان للمعلومات المحوسبة على العقل بدلا من خزانة الملفات، إذا شئنا ذلك. العناصر التى تختزن فى العقل ليس لها أسماء ولاترتب فى محافظ ملفات؛ وهى لا تسترجع بالاسم أو الحافظة وإنما تسترجع بالمحتوى. (عند سماع صوت، والتفكير فى وجه: تسترجع ذكرى تحوى الصوت كأحد عناصرها) تستطيع أن ترى كل شيء فى ذاكرتك من موقف من الماضى، والحاضر، والمستقبل. عندما نستخدم خزانة ملفات، فإننا نصنف المعلومات عندما ندخلها فيها؛ أما العقول فتصنف المعلومات عندما تخرجها. (وقفت بالأمس عند الرابعة عصرا مع ناتاشا فى الجادة الخامسة تحت المطر) هذا ما يمكنك أن تتذكره عندما تفكر بشأن الجادة الخامسة، أو المطر، أو ناتاشا. ولكنك لم تلصق أى بطاقات عناوين على الذاكرة "عندما اكتسبتها". فالتصنيف هنا يحدث (باستعادة الاحداث وراء).

ثمة "تيار حياة " ينظم المعلومات، ليس كما تفعل خزانة الملفات، ولكن ذلك يحدث تقريبا بمثل ما يفعله العقل. تيار الحياة تسلسل من كل أنواع الوثائق، كل الوثائق الإلكترونية، والصور الرقمية، والتطبيقات، ومؤشرات كتب ويب، وبطاقات رولودكس، ورسائل البريد الإلكترونى، وكل ما غير ذلك من شدف المعلومات الرقمية فى حياتنا، وقد رتبت من الأقدم إلى الأحدث، وهى تتنامى باستمرار كلما وصلت وثائق جديدة، ويسهل تصفحها والبحث فيها، مع ظهور ماضى وحاضر ومستقبل على شاشتنا وكأننا فى نزهة للوراء خلال بطاقات مفهرسة. ليس للوثائق أسماء وليس هناك كتب أدلة. وإنما نسترجع المعلومات بالمحتوى: "الجادة الخامسة" تنتج تيارا فرعيا من كل وثيقة تذكر الجادة الخامسة. التيار الفرعى (كالتيار الفرعى "للجادة الخامسة" مثلا) هو أشبه بكتاب الدليل التقليدى، فيما عدا أنه يبنى نفسه أوتوماتيكيا. وهو يتصيد الوثائق الجديدة عند وصولها. قد تكون الوثيقة الواحدة موجودة فى تيارات فرعية كثيرة، وقد يكون للتيار الفرعى البنية نفسها مثل التيار الرئيسى: ماضى، وحاضر، ومستقبل – تدفق مطرد.

يتدفق التيار لأن الزمن يتدفق، والتيار تمثل محسوس للزمان. "الآن" خط يفصل الماضى عن المستقبل. إذا كان لديك اجتماع فى العاشرة صباحا من الغد، فإنك تضع وثيقة تذكير فى مستقبل تيارك، عند العاشرة صباحا من الغد. وتتدفق الوثيقة مطردة إلى "الآن". عندما يساوى "الآن" العاشرة صباحا من الغد، تقفز المذكرة عبر خط "الآن" وتتدفق فى الماضى. عندما تنظر إلى مستقبل تيارك، سترى خططك ومواعيدك وهى تنساب باطراد خارجة من المستقبل إلى الحاضر، ثم إلى الماضى. تيار الحياة مشهد خلوى يمكنك الملاحة فيه أو الطيران عبره على أى مستوى. الطيران تجاه بدء التيار هو سفر زمانى فى الماضى.

تستطيع أن تتحكم فى تيار الحياة باستخدام عنصرى تحكم أساسيين، أن "تضع" وأن "تركز" الصورة بوضوح: وهما ما يناظران تقريبا اكتساب ذاكرة جديدة وتذكر القديمة. عندما نرسل بريدا إلكترونيا، فإننا نضع وثيقة على تيار شخص آخر. إذا أضفنا لتقويمنا ملحوظة، فإننا نضع وثيقة فى مستقبل تيارنا الخاص بنا. حتى نستمر فى العمل على وثيقة قديمة، فإننا نضع نسخة فى مقدمة تيارنا. عندما نرسل بريدا إلكترونيا، أو نجعل معلومات تقويمنا حديثة، أو نفتح وثيقة فإن هذا يعطى أمثلة ثلاثة للعملية نفسها: وضع وثيقة فى تيار.

ليست النقطة المهمة فى تيارات الحياة أن نتحول من إحدى بنى البرمجيات إلى الأخرى، وإنما هى فى أن نتحول كل المقدمة المنطقية للمعلومات المحوسبة: أن نتوقف عن بناء الخزانات المجيدة للملفات ونبدأ فى بناء عقول صناعية تجريدية مبسطة، نختزن فيها حياتنا الإلكترونية. سوف يصبح تيار الحياة (هو أو أى نظام آخر له الخصائص نفسها) أهم بنية تنظيم للمعلومات فى الحوسبة، وسبب ذلك أنه حتى المحاكاة التقريبية للعقل البشرى يكون لها قوة أوسع كثيرا من أى خزانة ملفات بأقصى درجة رقى يمكن تصورها. تيارات الحياة (فى شكلها التمهيدى) هى الآن منتج تجارى ناجح، إلا أن تنبؤاتى لا علاقة لها بهذا المنتج. المنتج فى النهاية قد ينجح أو يفشل؛ ولكن الفكرة ستنجح. فى أواخر ٢٠٠٢ أطلقنا نسخة بيتا لنظام تيار الحياة لجهازنا المكتبى وشهدنا ١٠٠٠٠ تحميل مرحلى فى أسبوعين؛ لم يعد بعد من المستحيل تماما أن نؤمن بأن برمجياتنا ستكون هى الفائزة.

سوف يخزن فى تيارات حياتنا الأفلام، وعروض التليفزيــون، والمتــاحف الخائلية، وكل الأنواع الأخرى من المنتجات الثقافية، ابتداء من السيمفونيات حتــى مباريات البيسبول. المؤسسات أيضا سوف تطفو فى المحيط المعلوماتى. ســتكون سيارة الواحد منا، ومدرسته، وشركته، وهو ذاته، كلها عربات تسير فــى مســار واحد وهى تتحرك قدما خلال الزمان، وكل منها يخلف كيانا معلوماتيا لــه شــكل انسيابى (مثل ذيل البخار الذى تخلفه الطائرة وراءها) يتبعها أينمــا ذهبــت. هــذه الذيول البخارية من الخبرة المتبلورة ستمثل أول إجابة قوية لنا عن سؤال صــعب: ماذا "تكون" الشركة، أو الجامعة، أو أى نوع يتواصل من التنظيم أو المؤسسات، إذا كان يمكن تغيير كل هيئة العاملين فيها وعملائهــا وملاكهــا، وأن تهــدم مبانيهــا بالبولدوزر، وأن يعاد تحديد موقعها؟ ما الذى يتبقى؟ ما الذى "تكونه"؟ الإجابة هى: تيار حياة فى المحيط المعلوماتى. سيكون لكل موظف نظرته الخاصــة (ومدخلــه الخاص) لتيار الشركة الجموعى. سيكون موقع الشركة على ويب هو التيار الفرعى من التيار الرئيسى للشركة، تيار فرعى متاح ليدخل الجميع فيه. تيار حياة الشــركة الرئيسى هو تقريب إلكترونى لذكريات الشركة، وعقلها الجموعى.

لن تنتج تيارات الحياة المكاتب الخالية من الأوراق. فكرة المكاتب الخاليــة من الأوراق فكرة سيئة، لأن الورق أحد أفيد وأقيم الوسائط التى اخترعــت بــأى حال. إلا أن تيارات الحياة سوف تحول ورق المكاتــب إلــى وســيط "مؤقــت"، للاستعمال وليس للتخزين. وجود شيء " على الورق " مكان جيد للمعلومات التــى نريد استعمالها؛ وهو مكان سيئ للمعلومات التى نريد تخزينها. المكتب المؤســس على التيار نستطيع فيه أن نجرى مسحا لكل وثيقة ورقية تخلفت حديثا أو وصــلت حديثا لداخل التيار ونلقى بالنسخة الورقية بعيدا. عندما نحتــاج لنســخة ورقيــة، سنجدها فى التيار، وسنطبعها، ونستعملها. إذا كتبنا على الورقة فى أثناء استخدامنا لها، سوف نمسحها لندخلها ثانية ثم نرميها بعيدا.

نستخدم الآن جهاز مسح لنقل صورة إلكترونية للوثيقة داخــل الكمبيــوتر. سرعان ما سيكون جهاز المسح منفذ دخول للمحيط المعلوماتى، دخول للصــندوق

صالح لكل الأغراض. ضع أى شىء داخل الصندوق وسوف ينشئ النظام نسخة فيزيقية دقيقة ثلاثية الأبعاد، ويسقط النسخة فى البئر المظلم البارد للمحيط المعلوماتى. وهكذا يبدأ المحيط المعلوماتى فى أخذ لمحة لا غير لثراء قماشة الحياة الحقيقية. سنعرف أن النظام الجديد يعمل عندما تجول فراشة داخل الصندوق وتخفق فيما بعد ضربات قليلة لأجنحتها، وفى هذه الفترة الوجيزة سيكون النظام قد نسخ مظهر ذلك الكائن وحلل طريقة حركته. ستترك الفراشة الحقيقية شبح فراشة وراءها. وفى بعض وقت يلى ذلك سريعا، سوف نعمل فى فحص بعض وثيقة إلكترونية مملة فتظهر فراشة معلوماتية فى الركن الأيسر السفلى من شاشتنا (لعلها من نوع هاميريس ليوسينا) وتتوقف الفراشة هناك، وهى تحجب النص لفترة وجيزة وتظهر أجنحتها التى طويت ببراعة بلونها البنى الصدئ مع النقط المركزية البرتقالية، مثل نسيج صوف "البيسلى" الفكتورى، وبعد لحظات لاحقة تكون قد عبرت الشاشة واختفت.

دعنا نتخيل المستقبل بهذه الطريقة. إذا كان لديك مال وافر، فإن أفضل ما يترتب على ذلك (كما يقولون) أنك لا تعود بعد فى حاجة للتفكير فى النقود. سيكون لدينا فى المستقبل تكنولوجيا وافرة، وأفضل ما يترتب على ذل هو أننا لن نكون بعد فى حاجة للتفكير فى التكنولوجيا. سنعود ممتنين ومرتاحين إلى الموضوعات الرئيسية التى لها أهمية فى الحقيقة.

صنع النظم الحية

رودنى بروكس[(٨)]

كانت أزمة منتصف عمرى فى البحث هى أن أتحــرك بعيدا عن النظر فى أمر الروبوتات الشبيهة بالبشر وأن أتجه إلى النظر فى أمر سؤال بسيط جدا عمــا يجعــل شيئا ما حيا، تلك القواعد التنظيمية التى تتواصل داخل النظم الحيــة. نحــن نحــاول فــى معملــى بمعهــد ماساتشوستس للتكنولوجيــا أن نبنــى روبوتــات لهــا خصائص النظم الحية التى لم تكن لدى الروبوتات مــن قبل.

(٨) رودنى بروكس مدير معمل الذكاء الاصطناعى فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (م م ت) وأســتاذ كرسى فوجيتسو لعلم الكمبيوتر بالمعهد. وهو أيضا رئيس شركة "إيروبوت" للروبوتيات ورئيس لقســم التكنولوجيا بها. ظهر د. بروكس كواحد من أربع شخصيات رئيسية فى فيلم لإيرول موريس ١٩٩٧، اسمه "سريع، ورخيص، وغير متحكم فيه " (وقد سمى على اسم ورقة بحث علمى لبروكس ظهرت فى "جورنال أوف ذا بريتيش إنتر بلا نيتارى سوسيتى" (مجلة المجتمع البريطانى لما بين الكواكب). وقــد ألف كتابى "اللحم والماكينة" و"الذكاء الكمبرى".

يحدث كل تسع سنوات أو ما يقرب أنى أغير ما أؤديه علميا. انتقلت في ٢٠٠١ من بناء روبوتات شبيهة بالبشر إلى التفكير في الفارق بين المادة الحية واللاحية. يحدث هاهنا تنظيم للجزيئات فإذا لدينا خلية حية؛ ويحدث هنالك تنظيم للجزيئات فتصبح مجرد مادة. ما الذى يجعل شيئا ما حيا؟

أصبحنا كلنا متمحورين على الحوسبة عبر السنوات القليلة الأخيرة. نحن ننحو إلى الاعتقاد بأن الحوسبة تفسر كل شيء. عندما كنت صبيا، كان لدى كتاب يصف المخ كأنه شبكة تليفونية. وقد وصفته كتب أقدم على أنه نظام هيدرو دينامى أو محرك بخارى. ثم أصبح فى ستينيات القرن العشرين كمبيوتر رقمى. وصار فى الثمانينيات كمبيوتر رقمى بالتوازى بدرجة هائلة. ولعل هناك كتاب للصبيان سيخرج فى مكان ما ليقول إن المخ يماثل بالضبط شبكة ويب العالمية بسبب كل ماله من ترابطات. نحن دائما نأخذ أفضل ما لدينا من تكنولوجيا ونستخدمها كاستعارة مجازية لأكثر شيء مركب نعرفه، المخ. ونحن الآن نتحدث عن الحوسبة.

ولكن ربما يكون لدينا ما هو أكثر من الحوسبة. لعل هناك شيئا يتجاوز الحوسبة، بمعنى أننا لا نفهم ولا نستطيع أن نصف ما الذى يجرى داخل النظم الحية باستخدام الحوسبة وحدها. عندما نبنى نماذج حوسبية للنظم الحية – مثل نظام يتطور ذاتيا أو نظام مناعة اصطناعى – فإنها لا تكون بقوة أو ثراء النظم الحية الحقيقية. ربما كان الأمر أننا نغفل شيئا ما، ولكن ماذا يمكن أن يكون هذا الشيء؟

يمكننا افتراض أن ما نفعله قد يكون بعض جانب من الفيزياء لا نفهمه بعد. استخدم الفيلسوف دافيد تشالمرز هذه الفكرة وهو يحاول تفسير الوعى. واستخدم عالم الرياضة روجر بنروز هذه الفكرة إلى حد ما وهو يقول إن الفكر ينشأ عن تأثيرات كمومية فى الأنابيب الدقيقة لعصبوناتنا؛ فهو يلتمس بعض فيزياء نفهمها من قبل ولكننا فحسب لا نجيد وصفها الإجادة الكافية.

استطاع الناس فى زمن كبلر وكوبرنيكوس أن يصفوا ما يحدث فى المنظومة الشمسية باستخدام الملاحظة والهندسة والجبر، إلا أنه لم يحدث إلا بعد أن

أصبح لديهم حساب التفاضل والتكامل أن صار عندهم نموذج جيد لما يحدث فاستطاعوا صنع التنبؤات. الفرض العملي عندي هو أننا في فهمنا للتركب قد توقفنا عند مرحلة الجبر/الهندسة. ثمة أداة ما أخرى - بعض قاعدة تنظيمية - نحتاج لفهمها حتى نصف ما يجرى حقا.

وهكذا كانت أزمة منتصف عمرى في البحث هي أن أتحرك بعيدا عن النظر في أمر الروبوتات الشبيهة بالبشر وأن أتجه إلى النظر في أمر سؤال بسيط جدا عما يجعل شيئا ما حيا، تلك القواعد التنظيمية التي تتواصل داخل النظم الحية. نحن نحاول في معملي بمعهد (م م ت)، أن نبني روبوتات لها خصائص النظم الحية التي لم تكن لدى الروبوتات من قبل. ومعملي فيه فروع معرفة بينية متداخلة، حيث الطلبة فيه يأتون من كل أرجاء المعهد، وإن كانت الأغلبية العظمى منهم قد درست علم الكمبيوتر كمادة رئيسية. لدينا من درسوا الهندسة الإلكترونية كمادة رئيسية، وطلبة درسوا المخ وعلم الإدراك، وطلبة درسوا الهندسة الميكانيكية، بل ولدينا في هذه الأيام بعض طلبة علوم الهوائيات والفضائيات، لأن هناك انطلاقة في اتجاه النظم المستقلة ذاتيا في الفضاء. نحن نبحث في مزيج من الأمور التطبيقية والنظرية. ونحن نحاول بناء روبوتات تستطيع أن ترمم نفسها، وتستطيع أن تتكاثر (وإن كنا مازلنا بعيدين جدا عن التكاثر الذاتي)، روبوتات فيها أيض، وتنطلق لتلتمس طاقة لتبقى على أنفسها. لدينا الآن روبوت يجول في الممرات، ويعثر على مخارج القوة الكهربائية، ويثبت نفسه فيها بقابس. والخطوة التالية هي أن نجعله يختفي في أثناء النهار ويخرج في الليل ويثبت نفسه بالقابس. نحن نحاول أن نبني روبوتات ليست مصنوعة من السليكون والصلب وإنما مصنوعة من مواد أقل صلابة، وأقل تقليدية، مواد أكثر شبها بالمواد التي بنينا نحن بها. هدفنا المقدس هو أننا سنبني روبوتا من (جيلي - أو = Jell-O). لانقصد هذا بمعناه الحرفي، ولكن تلك هي الصورة التي لدينا في عقلنا.

يجمع بحثنا بين النظرية والتطبيق. الروبوت الذي نعمل على إنتاجه في شركة "إيروبوت"، سيحدث بعد ثلاثة أعوام من الاختبار أن يهبط لأسفل في آبار

الزيت. قطر الروبوت خمسة سنتيمترات وطوله ١٤ مترا، ومن اللازم أن يكـــون تلقائيا، لأننا لا نستطيع الاتصال به بأسفل الراديو. وحسب ما يجرى الأمـــر عليـــه الآن، إذا أردنا التعامل مع آبار الزيت فى أثناء قيامها بالإنتاج، سنحتاج لبنية تحتية على السطح لندفع بكابل سميك أسفل البئر. وهذا قد يعنى أميالا وأميالا من الكابل، الأمر الذى يعنى وجود أطنان من الكابل عند السطح، أو أن تقبع سفينة فوق بئـــر الزيت، وتدفع هذا الكابل لأسفل خلال مقاطع أنابيب من ثلاثين قدما تهبط الواحـــد بعد الآخر بعد الآخر لأيام وأيام. تستطيع ربوتاتنا أن تهبط أسفل آبـــار الزيـــت – حيث يصل الضغط إلى ١٠٠٠٠ رطل للبوصة المربعة وتصل درجة الحرارة إلى ١٥٠° مئوية – وذلك وهى تحمل آلات، وتجرى قياسات مختلفـــة، وتكتشـــف أن المياه ربما تدخل إلى البئر بأكثر مما ينبغي. عندما يكون لدينا بئر زيت متحكم فيه، نستطيع أن نزيد الإنتاج طول حياة البئر بعامل يقرب من اثنين، إلا أن التحكم فـــى آبار البترول مكلف بأغلى كثيرا مما ينبغى، لأننا نحتاج لهذه البنية التحتية الضخمة. تكلف هذه الروبوتات مبلغا يصل قدره إلى ١٠٠٠٠٠ دولار. وهى روبوتات يمكن استرجاعها، لأننا لا نريد أن نبقيها هناك بأسفل وهى تسد تدفق الزيت. فحتى هـــذا الروبوت بقطره الصغير من خمسة سنتيمترات عندما يكون فى بريمة زيـــت مـــن الحجم العيارى، فإنه سرعان ما يأخذ فى سد الأشياء. نحن لا نستطيع الاتصال بهذه الروبوتات، ولكننا ندفع بها إلى أن تفشل اصطناعيا كما أنه تقع لنا بعض إخفاقـــات بأسفل غير متنبأ بها، وفى كل هذه الحالات تتمكن الروبوتات من أن تعيد تشـــكيل أنفسها وأن تصل إلى الخروج بنفسها.

أكثر التطبيقات نجاحا عبر السنوات الخمس الأخيرة هـــى مـــا كـــان فـــى الجراحة. أمكننا باستخدام تكنيكات الرؤية الكمبيوترية أن نبنى روبوتات تقوم بكـــل الأنواع المختلفة من التصوير فى أثناء الجراحة. نستطيع أن ندخل مريضـــا فـــى جهاز أشعة الرنين المغناطيسى فى أثناء أداء الجراحة. ونأخـــذ قياســـات تقريبيـــة نجدولها مع القياسات الدقيقة بالرنين المغناطيسى التى أجريت من قبل فى ماكينـــة أكبر، ثم نعطى الجراح صورة زمنية واقعية بالأبعاد الثلاثية تصور كل شيء داخل

مخ مريض تجرى عليه جراحة مخ. لو ذهبنا إلى إحدى المستشفيات الرئيسية فـــى بوسطن لجراحة المخ، سنجد أن الجراح ينال المساعدة من نظم ذكـــاء اصـــطناعى طورت فى معملنا. فى المرات القليلة الأولى التى استخدمت فيها هذه المعدات كان هناك طلبة دراسات عليا فى غرفة العمليات يعيدون إجراءات بدء تشغيل "يونكس" عند نقطة حاسمة. أما الآن فقد تجاوزنا هذا بكثير، ولم تعد هناك حاجة لوجـــود أى من الأفراد العاملين لدينا هناك. فقد تم تسليم كل شىء للجراحين والأفراد العـــاملين فى المستشفى وكل شىء يسير على ما يرام.

نحن ننشئ أيضا تجارب حوسبة بمقاييس كبيـــرة. ربمـــا يســـميها النـــاس محاكيات، ولكن حيث إنه لا يحدث بالضرورة أننا نحاكى بها أى شـــىء واقعـــى، فإنى أفضل أن أسميها تجارب. ننظر فى أمر مدى من الأسئلة التى تـــدور حـــول النظم الحية. ينظر أحد الطلبة مثلا، أمر الطريقة التى يمكن بها لتكاثر متعدد الخلايا أن ينشأ عن تكاثر لأحادى الخلية. فى وسعنا أن نرى كيف يعمـــل تكـــاثر الخليـــة الواحدة، ولكن كيف يتحول ذلك إلى تكاثر الخلايا المتعددة، الذى يبدو عند مستوى معين من التنظيم مختلفا تماما عما يحدث فى تكاثر الخلية الواحدة؟ فى تكاثر الخلية الواحدة يصبح أحد الأشياء أكبر حجما ثم ينقسم إلى اثنـــين؛ فـــى تكـــاثر الخلايـــا المتعددة، يتم بناء أنوع مختلفة من الخلايا. لهذا السؤال أهميته فى التخمـــين عـــن الانبثاق قبل الحيوى للتنظيم الذاتى فى حساء الكيماويات الذى كان يشـــكل الأرض يوما. نحن نحاول أن نستنبط كيف حدث التنظيم الذاتى، وكيف كانت إجراءات بدء التشغيل للتطور الداروينى، وكيف خرج لنا حمض دنا من ذلك، وهلم جرا. العقيدة السائدة هى أن دنا هو المحور المركزى، ولكن دنا ربما يكون قـــد أتـــى متـــأخرا بكثير، كميكانزم منظم.

ننظر فى تجارب حوسبية أخرى أمر حيوانات بسيطة جدا وصياغة نمـــوذج لتناميها العصبى. نحن ننظر أمر الديدان المفلطحة متعددة الأغشية، والتى لديها مخ بدائى ولكنه متكيف، وفيه ٢٠٠٠ عصبون أو ما يقرب. إذا أخذت دودة مفلطحـــة متعددة الأغشية وقطعت مخها خارجا، فإنها لن تؤدى كل أوجه سلوكها المعتـــادة،

ولكنها تظل قادرة على البقاء. إذا أخذنا بعدها مخا من دودة أخرى مفلطحة متعددة الأغشية وأدخلناه إلى الدودة التى بلا مخ، سنجد بعد أيام قليلة أنها تستطيع أن تؤدى كل أوجه سلوكها على نحو جيد إلى حد كبير. إذا لففنا المخ بمائة وثمانين درجة وأدخلناه ثانية، سنجد أن الدودة المفلطحة ستمشى للوراء قليلا فى أول أيام معدودة، ولكنها بعدة أيام قليلة ستعود إلى ما هو طبيعى، وقد ساعدها هذا المخ على ذلك. المخ هنا يتكيف ويعيد نموه. كيف تحدث هذه الإعادة للنمو وهذا التنظيم الذاتى فى هذا النظام البسيط إلى حد كبير؟ تنظر هذه المشروعات كلها أمر الطريقة التى يحدث بها التنظيم الذاتى.

تتنامى النظم البيولوجية مما هو بسيط إلى ما هو أكثر وأكثر تركبا. ما الطريقة التى تحدث بها ميكانيكيات هذا النمو؟ كيف يحدث أن تخرج لنا هذه الصلابة من مواد رخوة إلى حد كبير؟ أحاول من الناحية الحوسبية بناء كيمياء مثيرة للاهتمام لها علاقة بالفيزياء ولها بنية حيث نحصل على رياضيات توليفية مهمة ناتجة عن مكونات بسيطة فى محاكيات فيزيائية، بحيث يمكن أن تنشأ خصائص النظم الحية من خلال تنظيم ذاتى تلقائى. السؤال هنا هو، ما نوع المؤثرات البيئية التى نحتاجها؟ سنجد فى الحساء قبل الحيوى على الأرض أن هناك موجات مد وجزر، وهى مهمة جدا لعملية الفرز. تحدث هنا عواصف رعدية منتظمة كل ثلاثة أو أربعة أيام، لها فائدتها أيضا فى إجراء عمليات فرز منتظمة. ثم هناك دورة النهار والليل، والتسخين والتبريد. يحدث هكذا تنقية حرارية - ديناميكية للكيماويات، ربما يحدث معها أن بعض أنواع الطفل تتماسك معا لتبدأ عملية تنظيم ذاتى، إلا أنه ينبغى أن يبدأ الأمر من بنية بلورية ليصل إلى هذا النوع من التنظيم. ما أبسط كيمياء يمكن الحصول عليها لينشأ فيها هذا التنظيم الذاتى؟ ما خصائصها المفتاحية؟ من الواضح أنها موجودة فى كيميائنا.

قطعنا طريقا طويلا منذ الأيام الباكرة لأمور الذكاء الاصطناعى. فى خمسينيات القرن العشرين عقد جون ماكارثى ذلك الاجتماع الشهير الذى استمر لستة أسابيع فى دارتماوث والذى صك فيه مصطلح "الذكاء الاصطناعى"، وعندها

اعتقد الناس أن مفتاح فهم الذكاء هو أن يستطيع المرء أن يحل المشاكل التى يجد خريجو معهدى (م م ت) وكارنيجى للتكنولوجيا أنها مشاكل صعبة. وكمثل، فقد أنشأ آلان نويل وهربرت سيمون برامج تستطيع أن تبدأ فى إثبات بعض مبرهنات راسل وهوايتهيد فى كتابهما "مبادئ الرياضيات". واهتم أفراد آخرون مثل آلان تورنج ونوربرت واينر بالشطرنج، وهذا شيء مازال بعض الحاصلين على درجات تكنيكية يجدونه صعبا. كان التركيز كله على متابعة مواضيع عن الذكاء. ما فات هؤلاء الناس هو مدى أهمية تجسدنا نحن أنفسنا، وإدراكنا نحن أنفسنا للعالم كأساس لتفكيرنا. لقد أهملوا إلى حد كبير الرؤية التى تؤدى الكثير من عمليات المعالجة التى تجرى داخل رءوسنا. نستطيع الآن فى خوارزمات رؤيتنا فى الروبوتيات، أن نخلق أشياء مثل التعرف على الوجه ومتابعة الوجه. نحن الآن نجيد تماما بالفعل أداء متابعة الحركة. ولكننا مازلنا لا نستطيع أداء التعرف على الشيء الأساسى. ليس فى إمكاننا أن نحوز نظاما ينظر إلى طاولة ويعين مسجل كاسيت أو نظارة، أو أى شيء مما يستطيع طفل فى الثالثة أن يفعله. كان ينظر إلى هذه المهام فى الأيام الباكرة على أنها بالغة السهولة؛ يستطيع كل واحد أن يؤديها، وبالتالى فما من أحد كان يعتقد أنها يمكن أن تكون مفاتيح. تعودت أن أحمل معى جهاز ذاكرة من (ميمو - "ممت") ١٩٦٦ وهو جهاز الذكاء الاصطناعى "ميمو# ١٠٠" الذى ابتكره سيمور بابرت. خصص بابرت لأحد الطلبة الجامعيين مشروعا صيفيا لحل للإبصار. وكان يعتقد أنها ستكون مهمة سهلة بحيث يتمكن طالب الجامعة من إنجازها فى ثلاثة شهور. ولكن ثبت فى النهاية أن الأمر ليس هكذا. بمرور الوقت وجد إدراك بأن الإبصار، ومعالجة الصوت. واللغة المبكرة قد تكون حقا هى المفاتيح لطريقة تنظيم مخنا، وأن كل ما ينبنى من فوق ذلك هو الذى يجعل منا بشرا ويعطينا ذكاءنا. هناك طريقة جديدة بالكامل لتخلق روبوتات ذكية، إذا شئنا ذلك، تتأسس على الإدراك واللغة، وهذه طريقة تناول لم تكن توجد فى الأيام الباكرة.

نحاول أن نولد بعض قواعد رياضية من هذه الروبوتات ومن التجارب الحوسبية. لاريب أن القواعد هى ما نلتمسه حقا، إلا أن منهج أبحاثى ليس بأن

أذهب مباشرة وراء شيء مثل هذا، ذلك لأننا نستطيع أن نجلس ونعبث بأصبعنا ونظل نخمن لسنين وسنين. أحاول إنشاء نظم حقيقية ثم أحاول الوصول للتعميم منها. إذا نجحنا نحن أو آخرين فى هذه المحاولات واستطعنا الحصول على فهم حقيقى للطريقة التى تتفاعل بها المسارات المختلفة داخل نظام حى لتخليق هذا النظام، سنتمكن عندها من إنشاء مستوى جديد من التكنولوجيا يبنى من فوق ذلك. سنكون عندها قادرين بطريقة قاعدية على التعامل مع المادة البيولوجية، تماما بمثل ما تعلمنا فى القرنين الأخيرين أن نتعامل مع الصلب والسليكون. ربما سيحدث بعد مرور خمسين سنة من الآن أن تصبح بنيتنا التحتية التكنولوجية مما لا يمكن تمييزه عن أجسادنا، من حيث إنهما سيصبحان النوع نفسه من العمليات.

صنع العقول

هانز مورافيك[٩]

ربما يكون الأمر كما يتخيل المفكرون التقليديون للذكاء الاصطناعى من أن البرامج التى تحقق ذكاء مشابها للبشر بدرجة عالية من التجريد هى برامج ممكنة على الكمبيوترات الموجودة. وربما يكون الأمر، كما يتخيلون أيضا، وهو أن ابتكار هذه البرامج يتطلب زمن حيوات بأكملها من البحث بواسطة عباقرة عالميين. إلا أن هذا قد لا يكون شيئا بالغ السهولة.

---

(٩) هانز مورافيك عالم رئيس للبحث فى معهد الروبوتيات بجامعة كارنيجى ميللون، وهو مؤلف كتابى "أطفال العقل" و"الروبوت".

اخترعت الكمبيوترات فى الأزمنة الحديثة لميكنة إجراءات معلوماتية يدوية شاقة. كانت هذه الإجراءات قد اخترعت هى نفسها خلال الألفيات العشر الأخيرة، عندما تفوق نمو الحضارات الزراعية على نمو الغرائز الاجتماعية على مستوى القرية. نشأت هذه الغرائز عند أسلافنا من أشباه البشر خلال ملايين عديدة من سنى الحياة فى البرية، وبنيت هذه الغرائز على ميكانزمات حسية وحركية تطورت فى سلالة للفقريات امتدت عبر مئات الملايين من الأعوام.

استغلت عمليات مسك الدفاتر وتطوراتها المتقنة ما لدى أسلافنا من ملكات، وذلك من أجل التحكم فى الأمور واتباع التعليمات. نحن ندرك الرموز المكتوبة بالطريقة التى تعرف بها أسلافنا على ثمار التوت وعلى فطر عيش الغراب؛ نحن نشغل الأقلام مثلما كانوا يستخدمون الرماح؛ ونحن نتعلم حساب الضرب وتكامل الأجزاء بمثل الطريقة التى اكتسبوا بها عمليات القرية للطهى وصنع الخيام. استخدامات العمل الورقى أدت لتطوير المهارات، إلا أن هذا تم بنظرة غير طبيعية من حيث ضيقها وعدم تسامحها. وإذا كان أسلافنا قد عملوا فى أوضاع معقدة بصريا وحسيا واجتماعيا، وهم متنبهون لما هو رهيف من الفرص أو التهديدات، فإن ما يفعله الواحد من كتبة الحسابات أنه يعالج حفنة من الرموز البسيطة فى مجال بلا معالم. وبينما لا تكون هناك بالنسبة للسلف جامع الفاكهة أى أهمية لوقوع ثمرة توت، فإن إغفال رقم واحد قد يبطل مصداقية عملية حسابية بأسرها.

التيقظ للمحيط الخارجى قد نتج عنه بقاء أسلافنا أحياء، ولكنه يؤدى إلى تشتت انتباه الكتبة. قد يؤدى الانتباه لقماشة الورق، ورائحة الحبر، وشكل الرموز، والشعور بالمقعد، والضجة هناك فى البهو، وقرقرة الهضم، والمتاعب العائلية وما إلى ذلك، قد يؤدى أى من هذا إلى فساد مسار أحد الإجراءات. تزيد صعوبة مهنة كتابة الحسابات بسبب وجود نشاط عقلى غالب يجب قمعه حتى لا يغلب على ذلك الجزء الصغير الذى تستخدمه بفعالية.

الحساب هو والأنواع الأخرى من الفكر الإجرائى يماثل التموجات الصغيرة على سطح بركة عميقة مضطربة، ذلك أن الحساب هو وهذه الأنواع من الفكر

تكون ممكنة فحسب عندما يتم قمع الاضطراب الكامن فى الأساس. يتوصل البشر بالتركيز الشديد إلى هذا الحال من الهدوء، ولكن ذلك على نحو ينقصه الكمال. سيكون من الأسهل جدا أن نهمل هذه اللجة بالكامل: التموجات تعمل بأفضل فى البركة الضحلة. الأرقام يتم التحكم فيها كحجارة للعد أو كخرز المعداد بأفضل مما تكون فى ذاكرة الإنسان. وجود تروس معدودة فى آلة حاسب بليز باسكال فى القرن السابع عشر نتج عنه أداء عملية الجمع بأفضل وأسرع من العقل البشرى. صمم شارلز بباج فى القرن التاسع عشر آلة تحليل كانت ستتفوق حسابيا على عشرات من الحواسب البشر وتتخلص من أخطائهم. كانت هذه الابتكارات فعالة لأنها كانت تشفر شدف المعلومات السطحية التى تستخدم فى الحساب ولا تشفر ملايين العمليات المشتتة للانتباه التى تهز بعنف أعماق المخ البشرى.

على أن العمليات العميقة تكون لها فائدة أحيانا. نحن نخمن أرقام خارج القسمة فى عمليات القسمة الطويلة بحس بالنسبة والتناسب ربما يكون أسلافنا قد استخدموه لتقسيم الطعام على الأفواه. آلات الحساب الميكانيكية ليست لها القدرة على التخمين، وهكذا فإنها تتثاقل خلال عمليات الطرح المتكررة. والأكثر أهمية من ذلك، أن البراهين الهندسية تستهدى (وتحفز!) بواسطة قدرتنا العميقة على رؤية النقاط، والخطوط، والأشكال، وسيمترياتها، وتشابهاتها، وتطابقاتها. كذلك فإن العمل الخلاق الحقيقى يتشكل بواسطة انبثاقات من الأعماق أكثر مما يتشكل من عملية مفتوحة.

سلمت الحاسبات المقاليد إلى كمبيوترات آلان تورنج الشاملة، فتنامت فيها مواقع التخزين وخطوات العمليات وهى تجرى بمعدل كان بالآلاف فى كل ثانية، ثم تنامى إلى الملايين التى تقترب الآن من البلايين. وإذ جرى لها ذلك فقد تسامت على أصولها من العمل الورقى واكتسبت أعماقها الخاصة المظلمة. وكمثل، فإن آفات هينة فى نظام التشغيل قد تجعل إحدى عمليات الكمبيوتر تفسد عملية أخرى، مثلما يحدث لأحد الكتبة عندما يفسد عمله بسبب شرود أفكاره. ومن الجانب الإيجابى، فإن ثمة وسائل بحث هائلة تفوق البشر، ووسائل للبحث فى القوائم، وما أشبه، مما يمكن أحيانا أن يكون له وظيفة مثلما فى العمليات البشرية العميقة. فى ١٩٥٦ كان هناك ثلاثة من المنظرين المنطقيين، آلان نيوويل وهربرت سيمون

وجون شو، أجروا عمليات بحث ضخمة أدت للعثور على براهين من النوع الذى يستطيع أن يجده أى منطقى بشرى مبتدئ. فى ١٩٦٣ استخدم هربرت جليرنتر برنامج "إثبات المبرهنات الهندسية"، فى عمليات بحث كبيرة وحسابات إحداثية ديكارتية ليصل إلى ما يعادل البديهيات البصرية لإنسان مختص بالهندسة له قدر معقول من الموهبة. أدت عمليات بحث بمقياس الجيجا فى مشروع "الأزرق الغامق"، مع طرق الافتتاح، وكتب المباريات النهائية، وتقييمات اللوحة التى ضبطت بدقة، أدى هذا كله إلى هزيمة أقوى لاعب شطرنج فى العالم فى ١٩٩٧.

على الرغم مما أنجزته هذه المجسات المنفصلة، فإن الكمبيوترات بقيت كالبرك الضحلة. لا يوجد برنامج للاستدلال يقرب حتى من الأعماق الحسية والعقلية التى تظهر على نحو اعتيادى على السطح من الفكر البشرى. يلجأ نقاد كثيرون إلى إظهار المفارقة بين تفوق الكمبيوترات فى أعمال الاستظهار وعيوبها فى التفهم ويستنتجون أن الكمبيوترات مفعمة بقوة هائلة، إلا أن الحوسبة ينقصها بعض مبدأ عقلى بشرى (من نوع فيزيقى، أو موقفى، أو فوق طبيعى، حسب ذوق المرء). يتخذ بعض ممارسى أبحاث الذكاء الاصطناعى وجهة نظر مشابهة: عتاد الكمبيوتر فيه الكفاية، ولكن هناك مشاكل للتفهم صعبة وبلا حل تمنعنا من إدماج ذكاء حقيقى. تبدو هذه المقدمة المنطقية معقولة طالما يكون مجال اهتمامنا هو الاستدلال، ولكنها تنافى العقل بالنسبة للإحساس. الأصوات والصور التى تتم معالجتها بواسطة الأذان والأعين البشرية تمثل بيانات خام بمقدار من ميجابايتات لكل ثانية، وهذا مقدار يكفى لإرباك أى كمبيوتر حتى ما يوجد حاليا. برامج النص، والكلام، والرؤية كلها تستقى المعنى من نتف من بيانات من هذا النوع بواسطة عملية وزن وإعادة وزن لآلاف أو ملايين من الفروض. سنجد أن بعضا على الأقل من المخ البشرى يعمل بطريقة مماثلة. يحدث تقريبا بمعدل عشر مرات لكل ثانية عند كل واحد من ملايين البكسلات[١٠] الفعالة بالشبكية، أن تقوم عشرات

---

(١٠) البكسيل أصغر عنصر فى الصورة له لون ولمعان ويمكن التحكم فيه فى عروض الفيديو أو رسوم الكمبيوتر. (المترجم)

العصبونات بوزن الفروض عما إذا كان مايرى هنا أو هناك هو حد ساكن أو متحرك. يوجد فى قشرة المخ البصرية ١٠ بلايين عصبون تتناول ببراعة هذه النتائج، وتقيم فى كل لحظة ما يمكن من توجهات مكانية وألوان عند كل مواضع الصورة. تتطلب برامج الكمبيوتر البصرية الكفئة مايزيد عن مائة عملية حسابية لكل لتصنع تقييمات مماثلة. لايزال معظم المخ وقد بقى ملغزا، إلا أنه يبدو أن كل عصبوناته تؤدى عملها بإتقان مثل عصبونات الجهاز البصرى. ذكرت تفصيليا فى مكان آخر حسابات الشبكية واستنتجت أنها يصل حجمها إلى مقدار من ١٠٠ تريليون عملية حسابية لكل ثانية من الحوسبة - أو ما يقرب من أداء مليون كمبيوتر شخصى مما يوجد حاليا - حتى تضاهى المخ وظيفيا.

يفترض هذا الرقم مضاهاة للمخ بمقياس كشافات الحرف - الصورة، حيث تقوم بضع مئات الآلاف من العمليات الحسابية لكل ثانية بأداء مهمة بضع مئات من العصبونات. سنجد أن متطلبات الحوسبة ستزيد (ربما زيادة كبيرة) إذا أردنا أن تكون المضاهاة على مستوى أدق حجما بما يصل مثلا لتمثل محدد لكل عصبون. عندما نصر على المستوى الدقيق، فإننا نقيد من حيز الحل ونبطل فعاليات التعميم؛ وعل كل فإننا بتقييد الحيز نبسط من عملية البحث! لن تعود هناك حاجة إلى العثور على خوارزمات ذات كفاءة للكشف عن الحرف أو لغير ذلك من وظائف الجهاز العصبى التى يبلغ عددها مائة بمقياس العصبون. لو كان لدينا نماذج جيدة للعصبونات وشكل توضيحى للتوصيلات فى المخ لأمكننا أن نضاهية كمحاكاة شبكية مباشرة. وسوف ينخفض مستوى مشاكل الذكاء الاصطناعى ليصبح مجرد بحث مثبط أدواتيا وحوسبيا.

يمكننا كبديل لذلك أن نحاول تنفيذ وظيفة المخ على مستوى أكبر حجما بكثير. وهكذا يتسع حيز الحل، وتتسع معه صعوبة العثور على خوارزمات ذات كفاءة معممة، إلا أن متطلباتها الحوسبية تصبح أقل. ربما يكون الأمر، كما يتخيل المفكرون التقليديون للذكاء الاصطناعى، من أن البرامج التى تحقق ذكاء مشابها للبشر بدرجة عالية من التجريد هى برامج ممكنة على الكمبيوترات الموجودة.

وربما يكون الأمر، كما يتخيلون أيضا، وهو أن ابتكار هذه البرامج يتطلب زمن حيوات بأكملها من البحث بواسطة عباقرة عالميين. إلا أن هذا قد لا يكون شيئا بالغ السهولة. ذلك أن أكفأ البرامج فى تقديم ذكاء بشرى قد تفوق قوة وذاكرة الكمبيوترات الشخصية الحالية بعدة أمثال، كما أن ابتكارها قد يكون صعبا صعوبة فوق بشرية. ما من أحد يدرى، البركة مظلمة أقصى الظلمة أسفل التموجات وهى لم تسبر بعد.

كل محاولة تناول من أجل مضاهاة الأداء البشرى يكون فيها ما يثير الاهتمام عقليا ولها فوائد براجماتية مباشرة. برامج الاستدلال، كما يحدث، تفوق أداء البشر فى مهام لها أهميتها، وتوجد برامج كثيرة منها قد اكتسبت حق البقاء. صياغة النماذج العصبية لها أهمية بيولوجية كبيرة وقد تكون لها فوائد طبية. برامج الإدراك ذات الكفاءة تثير اهتمام البيولوجيين وتفيد فى أتمتة العمليات الصناعية وإدخال البيانات. ولكن ما الطريقة التى ستنجح أولا؟ الإجابة ولاريب، فى توليفة من كل هذه التكنيكات وغيرها، ولكنى أعتقد أن طريق الإدراك، الذى يضطهد حاليا، سوف يلعب أكبر الأدوار.

برامج الاستدلال ممتازة بالنسبة للمهام التى تقبل التفسير بالوعى ولكنها تصبح صعبة الانقياد عند تطبيقها على العمليات الأعمق. وسبب هذا يرجع ببساطة فى جزء منه إلى أن المهام العميقة فى ظلمة ما تحت الوعى تراوغ الملاحظة، كما أن العمليات العميقة أيضا تكون مختلفة كميا. هناك نتف قليلة من بيانات المشكلة تتموج عبر سطح الوعى، إلا أن هناك بلايين من الإشارات الضاجة العصبية تزبد فى أسفل. ستصبح برامج الاستدلال أكثر قوة وفائدة فى العقود القادمة، ولكنى أعتقد أن الحس المشترك اللفظى الشامل سيستمر فى مراوغتها، ناهيك عن فهم الأحاسيس.

ربما ستصبح أجهزة عصبية حيوانية بأكملها - بما فى ذلك الإشارات الهرمونية والمرونة فى الروابط البينية - أجهزة قابلة للمحاكاة فى العقود القادمة، مع ما سيحدث من تحسن سريع فى أجهزة التصوير ومصادر الحوسبة. وستؤدى

هذه المحاكيات إلى أن تسرع كثيرا من فهمنا لعلوم الأعصاب البيولوجية، ولكنى أعتقد أن ذلك لن يكون بالسرعة الكافية لكسب السباق. كان فالنتينو برايتنبرج المدير السابق لمعهد ماكس بلانك للسيبرنطيقا[١١] البيولوجية، وقد قام بتحليل الأجهزة العصبية الصغيرة، وصمم أجهزة اصطناعية منها، وقد لاحظ وجود قاعدة "التركيب بسهولة والتحليل بصعوبة ": إنشاء دائرة تنجز أوجه سلوك معينة يكون عادة أسهل من أن نصف الطريقة التى تتمكن بها دائرة موجودة من قبل من أن تنجز ذلك. سيؤدى هزال الفهم وما يترتب من تعديل التصميمات، وتكلفة المحاكاة على المستوى الدقيق جدا فى الصغر، وما يظهر من العقبات الأخلاقية عند اقتراب المحاكيات من مستوى الإنسان، ستؤدى كل هذه الأمور إلى الإبطاء من تطبيقات المحاكيات العصبية. وفى حدود ما نعرفه، لم يحدث قط أن ذكاء بالمقياس البشرى قد نشأ عن استدلال بالوعى أو عن محاكيات للعمليات العصبية، ونحن لا نعرف حقا مدى ما يمكن أن تكون عليه صعوبة أى منهما. إلا أن طريقة التناول الثالثة ستكون هى الأساس المألوف.

ظهرت الحيوانات المتعددة الخلايا بخلاياها المتخصصة فى بث الإشارات فى الانفجار الكمبرى[١٢] الذى حدث منذ نصف بليون سنة. حدث فى مباراة التطور لاكتساب ميزة تتفوق على ما عند الآخرين، أن تضاعفت الكتل القصوى للجهاز العصبى بمعدل يقارب مرة كل ١٥ مليون سنة، لتتطور من كسور من الميكروجرام، تصل الآن إلى العديد من الكيلوجرامات، وإن يكن ذلك مصحوبا بنكسات حادة عديدة (كثيرا ما كان يتبعها تسارع فى إعادة النمو) عندما أدت أحداث كارثية إلى محو الحيوانات الأكبر. تتزايد أدواتنا أيضا فى تركيبها تزايدا أسيا، إلا أن هذا بسرعة أكبر من ذلك بعشرة ملايين مثل. تؤدى بصيرة الإنسان النافذة وثقافة الإنسان إلى تحريك الأمور قدما بأسرع من التطور الداروينى الأعمى.

---

(١١) السيبرنطيقا الدراسة النظرية لعمليات الاتصال والتحكم فى الأنظمة البيولوجية والميكانيكية والإلكترونية وخاصة مع مقارنة هذه العمليات فى النظم البيولوجية والصناعية. (المترجم)

(١٢) الانفجار الكمبرى: تفجر الحياة بالكائنات المتعددة الخلايا فى الدور الأول من حقب الحياة القديمة الباليوزية وهو زمن يعرف جيولوجيا بالعصر الكمبرى. (المترجم)

تتضاعف قوة الكمبيوترات الشخصية سنويا منذ منتصف تسعينيات القرن العشرين؛ الكمبيوترات الشخصية الحالية يمكن مقارنتها فحسب بالأجهزة العصبية للحشرات أو أصغر الفقريات مما يقاس بالمليجرام (مثلا كما فى سمكة القوبيون[١٣] القزمة التى تقاس بسنتيمتر واحد)، أما الكمبيوتر الذى له قوة شبه بشرية فمازال بعيدا بثلاثين سنة لا غير. إذا حدث تنامى نشط نشاطا كافيا بعناصر منتقاة حسن اختيارها فإن هذا ينبغى أن يمكننا من نصوغ على نحو متزايد تلك القدرة المتنامية فى مراحل تناظر تلك التى حدثت فى التطور العقلى للفقاريات. أعتقد أن نوعا معينا من صناعة الروبوت سينجز ذلك طبيعيا. لن تكون هناك حاجة فيما ينبغى لطفرات عقلية كبيرة. عندما يفشل التبصر، سيكون فى منهج التجربة والخطأ الداروينى الكفاية. كل سلف بطول السلالة من أول الفقريات دقيقة الصغر حتى نحن أنفسنا قد أصبح هكذا عن طريق كونه قد نجا فى زمنه، وبالمثل فإن الحيوية التجارية المستمرة سوف تختار العقول الروبوتية الوسطية.

يشبه إنشاء الآلات الذكية بهذا الطريق أن يحدث ببطء فيض للبريكات حتى تصنع بركا. تبدو البرامج الحالية لتحكم وإدراك الروبوتات وكأنها بريكات موحلة، لأنها تتنافس فى مناطق من أعمق مناطق خبرة الإنسان والحيوان. أما برامج الاستدلال فهى وإن كانت تساوى ذلك ضحالة، إلا أنها بالمقارنة تتألق بأدائها بكفاءة لمهام يقوم بها البشر على نحو أخرق لا براعة فيه ولا تؤديها الحيوانات مطلقا. ولكننا لو واصلنا صب الماء فلا ريب فى أن البريكات ستصير أعمق. قد لا يصدق هذا على برامج الاستدلال: هل يمكن ملأ البرك من السطح لأسفل؟

تطورت الكثير من قدراتنا الحسية، والمكانية، والعقلية لتتعامل مع أسلوب حياة متنقل؛ الحيوان وهو يتنقل يواجه تيارا لايلين مما هو جديد من الفرص والمخاطر. نشأت مهارات أخرى لتجابه تحديات التعاون والتنافس فى المجموعات الاجتماعية. وصفت فى مكان آخر الخطوط التمهيدية لخطة لإنشاء روبوت تجارى

---

(١٣) القوبيون سمك بحرى صغير شائك الزعانف. (المترجم)

يزود بتحديات مماثلة. سوف يتطلب ذلك صناعة نشطة كبيرة للبحث عن الحلـول المناظرة. الصناعة الآن ضئيلة الحجم. الروبوتات المتقدمـة لهـا عقليـات مثـل الحشرات، وهى لا تتفوق إلا نادرا على العمل البشرى، وذلك فى الأشـغال التـى يكون فيها على نحو استثنائى تكرار أو مخاطرة. إلا أنى أتوقع ظهور سوق كبيـر فى هذا العقد. ستكون أول منتجات واسعة الاستعمال هـى نظـم إرشـادية للنقـل الصناعى، وماكينات تنظيف تصنع خرائط ثلاثية الأبعاد وتقوم بالملاحة بكفاءة فى أماكن غير مألوفة ويمكن أن تتعلم بسرعة الطرق الجديدة بواسطة عمال عـاديين. عملت فى إنشاء برامج تفعل ذلك. وهى تحتاج لما يقرب من بليون عملية حسـاب فى الثانية، بما يماثل قدرة مخ سمكة من نوع جابى[١٤]. سيتبع الماكينات الصناعية إنشاء روبوتات نافعة منزليا وتسوق بكميات كبيرة. ربما سيكون أولهـا روبـوت مكنسة شفط صغير تلقائى يصنع خريطة لمقر عمله، ويخطط ما يخصه من طـرق ومواعيد عمل، ويبقى نفسه مشحونا، ويفرغ كيس التراب عندما يلزم ذلك فى أحـد الأوعية. قد يتبع ذلك إنتاج ماكينات أكبر لها أذرع تتعامل بها ولها القدرة على أداء مهام عديدة مختلفة، لتصل فى النهاية إلى الذروة فى روبوتات "شاملة " بالمقيـاس الإنسانى تستطيع أن تدير برامج تطبيقية لأبسط الأعمال الروتينية، بـرامج فيهـا عمليات حسابية بمعدل عشرة بلايين فى الثانية، عقول بمسـتوى السـحالى، تنفـذ المهام بأسلوب الزواحف الذى لا مرونة فيه.

هذا المسار إلى ذكاء الآلة - المسار المتضايف، المتفاعل، الانتهازى، والذى يدفعه السوق - لا يتطلب خريطة تكون بمدى طويل، ولكنه لديه خريطة موجـودة فى تطورنا نحن. أتوقع خلال العقود التى ستلى أول الروبوتات الشاملة، أن ينشـأ جيل ثان يكون له ما يماثل الثدييات من قوة المخ وقدرة الإدراك. سيكون عند هـذه الروبوتات ميكانزم للتعليم الشرطى ولأن تتخذ وجهتها بين المسـالك البديلـة فـى برامجها التطبيقية على أساس الخبرة السابقة، بحيث تتكيف تدريجيا مـع ظروفهـا الخاصة. سيظهر جيل ثالث يفكر أفراده مثل الرئيسيات الصغيرة ويحافظون علـى

---

(١٤) جابى: سمكة صغيرة ملونه تعيش فى المياه العذبة. (المترجم)

نماذج فيزيقية، وثقافية، ونفسية لعالمهم، وذلك لإجراء بروفات عقلية للمهام لجعلها أكثر فعالية، وذلك قبل أدائها فيزيقيا. أما الجيل الرابع شبيه الإنسان فسيقوم بالتجريد والاستنباط من نموذج العالم. أتوقع أن يتم اتخاذ النظم الاستدلالية حسب طريقة التناول التقليدية للذكاء الاصطناعى التى عيب أمرها فيما سبق من هذا المقال. ستكون البريكات قد وصلت إلى مستوى التموجات.

ينبغى أن تصبح الصناعة الروبوتية أكبر صناعة على كوكبنا فى وقت مبكر من هذا التطور، بما يؤدى إلى خسوف صناعة المعلومات. لقد وصلت صناعة المعلومات إلى وضعها الرفيع بأن أتمتت مهاما هامشية اعتدنا أن نسميها بالأعمال الورقية. أما صناعة الروبوتات فسوف تقوم بأتمتة كل شيء آخر!

الحوسبة الكمومية

دافيد دويتش[(١٥)]

بالنسبة لى فإن التطبيق الرئيسى للنظرية (نظرية الحوسبة الكمومية) هو أن تغير حسنا بطبيعة الواقع. بصرف النظر عن التطبيقات العملية للنظرية فى المستقبل البعيد، فإن الأمر المهم حقا هو الدلالات الفلسفية - الإبستمولوجية والميتافيزيقية - والدلالات بالنسبة للفيزياء النظرية نفسها. إحدى أهم الدلالات هى تلك التى حصلنا عليها حتى قبل أن نبنى أول كيوبتة (بتة كمومية). إن بنية النظرية نفسها تفرض علينا النظر إلى الواقع الفيزيقى على أنه كون متعدد.

---

(١٥) كتب دافيد دويتش أوراق بحث علمية عن الحوسبة الكمومية أرست الأساس لهذا المجال، فمهدت أرضا جديدة فى كل من الفيزياء ونظرية الحوسبة معا وقدحت الزناد لتفجر الجهود لأبحاث على نطاق العالم كله. كشفت أبحاث دويتش عن أهمية تأثيرات الكم فى فيزياء السفر فى الزمان، وهو أبرز باحث معاصر فى نظرية الكم للأكوان المتوازية. وقد نال فى ١٩٩٨ "جائزة بول ديراك" التى منحها له معهد الفيزياء البريطانى "لبحثه الرائد فى الحوسبة الكمومية بما قاد إلى مفهوم الكمبيوتر الكمومى وإلى الإسهام فى فهم الطريقة التى يمكن أن تنشأ بها هذه الأجهزة من بوابات الكم المنطقية فى شبكات الكم". وهو عضو مؤسس فى "مركز الحوسبة الكمومية فى معمل كلارندون"، بجامعة أوكسفورد، ومؤلف كتاب "قماشة الحقيقة".

تتجه أسئلتى إلى تلك الروابط الأعمق بين الفيزياء ونظرية الحوسبة. علينـــا أن نعتبر أن نظرية تورنج - وهى النظرية التقليدية للحوســبة - مجــرد تقريــب كلاسيكى للنظرية الحقيقية الكمومية للحوسبة. لدينا من قبل معرفة بالقليل من قضايا الفيزياء النظرية يمكن على نحو مفيد أن نعتبرها أسئلة حوســبية، أســئلة حــول الطريقة التى يمكن بها، أو لا يمكن، معالجة المعلومات. أحد الأمور التى أهــدف إليها هو الوصول إلى "نوع" جديد من النظرية - نظرية إنشاء كمومية، هى نظرية لما يمكن إنشاؤه، أو على نحو أكثر عمومية، نظرية لما يمكن فعله فيزيائيا.

ما أنواع الحوسبة التى تناظرها العلميات الفيزيائية؟ أى من تلك الحوســبات يمكن تحقيقه بأى من تلك الموارد، وما أنواعها التى يمكن تحقيقها بأى حال؟ يتشكل القليل الذى نعرفه حول هذا الموضوع الجديد من بضعة قيود عريضة، مثل تناهى سرعة الضوء. تعطينا نظرية القابلية للحوسبة ونظرية التركب تفاصيل أكثر مــن ناحية الكم. على أن هناك سؤالا تكنولوجيا كبيرا فى مجالى هذا لا جواب له فــى لحظتنا هذه وهو، هل يمكن فعلا إنشاء كمبيوترات كمومية "مفيدة"؟ تسمح لنا قوانين الفيزياء الأساسية بذلك، فى حدود ما نعرفــه. نســتطيع نظريــا أن نصــمم هــذه الكمبيوترات؛ ونحن نعرف العمليات الفيزيائية التى سيكون عليها أداؤهــا. إلا أنــه لايزال هناك مجال للشك فيما إذا كنا نستطيع إنشاءها من ذرات واقعية وأن نجعلها تعمل بطريقة مفيدة. والجدل حول هذا ليس حتى جدلا علميا فى هذه اللحظة، لأنــه لا توجد نظرية علمية عما يمكن ولا يمكن إنشاؤه.

تثار أسئلة مماثلة بواسطة كل مدى النانوتكنولوجيا التى تم من حيث المبــدأ طرحها. وبالتالى فإنه ها هنا يكون موضع احتياجنا لنظرية إنشاء كموميــة. نحــن نحتاجها لأن نظرية الكم هى نظريتنا الأساسية للعالم الفيزيقى. كل إنشاء هو إنشاء كمومى. الحوسبة الكمومية هى معالجة للمعلومات تعتمد فى مفعولها على بعــض خاصية كمومية متأصلة، وتعتمد بوجه خاص على التركب. نستطيع علــى نحــو نمطى نركب عددا هائلا من الحوسبات المختلفة - بما يحتمل أن يكون أكثر مــن الذرات الموجودة فى الكون - وأن نأتى بها معا بالتدخل الكمومى لنحصــل علــى

نتيجة. وفيما عدا الكتابة الشفرية الكمومية، فإنه من غير المرجح أن يكــون لهــذا البحث تطبيقات عملية كثيرة على مدى المستقبل القريب أو المتوسط؛ ومع ذلك فإننا ننال منه بالفعل بعض فوائد مباشرة. إليكم مثل حديث لذلك من بحث يخصنى.

فيما يبدو، فإن ميكانيكا الكم بالصياغة التقليدية ليس لها طابع محلى، بمعنى أن الأمور التى نفعلها "هنا" يبدو فى التو أنها تؤثر فى الأمور التى تحدث "هنــاك". ظل معروفا منذ البداية أن هذه اللامحلية كما تسمى لا يمكن اســتخدامها لإرســال إشارات - أى معلومات. ومع ذلك ما الذى نستطيع أن نفهمه من ذلك من الوجهــة الفلسفية؟ ما نوع الواقع الذى تخبرنا ميكانيكا الكم بأننا نعيش فيه؟ ولاريب أنه مــن الصعب ألا نتساءل قائلين، "حسن، إذا كان هناك (شىء ما) يصل إلى هناك تــوا، فإن هذا الشىء ينتقل بأسرع من الضوء. وبالتالى، فإنه فى أطار مرجعــى آخــر ينتقل لداخل الماضى. وبالتالى فإنه يستطيع أن يخلق مفارقات؛ ألا يمكن أن يــؤدى ذلك إلى حل مشكلة الوعى، وتفسير التخاطر عــن بعــد (التليبــاثى)، ويســتدعى الأشباح؟ أو أيا مما تشاء. سنجد أن هذه "اللامحلية " هى إحدى الأفكار التى أعطت وقودا للغموض المروع والحديث المخادع اللذين ظلا يتناميان من حول ميكانيكــا الكم عبر العقود.

إلا أننا ما إن نفهم أن الفكرة كلها تدور حول معالجة المعلومات، حتى يصبح من الأسهل جدا التوقف عن الهتاف والتلويح وأن نبدأ فى حساب المكان الذى تذهب إليه المعلومات بالفعل فى ظواهر الكم. وهذا هو ما فعلته أنا وزميلى باتريك هابدن فى ورقة بحث: ("تدفق المعلومات فى النظم الكموميــة ذات التشــابك المتــداخل، "مجلة" بروسيدنجز أوف ذا رويال سوسيتى"، لندن، (مجلة وقائع الجمعية الملكيــة بلندن، رقم العدد A٤٥٦، ص ١٧٥٩ - ١٧٧٤، ٢٠٠٠). أدت نتائج هذا البحــث إلى هدم إساءة تصور مفهوم لامحلية الكم. أداء الأمور "هنا" يمكن أن يــؤثر فــى الأمور "هناك" - على نحو مرئى أو غير مرئى - وذلك فقط عندما يحدث أن تنتقل إلى "هناك" المعلومات عما أديناه "هنا" وذلك من داخل بعض شىء فيزيقى يحمــل المعلومات. لا يوجد أى مما يحدث توا، ولا أى من اللامحلية، ولا أى من الإلغاز.

التجارب التى يفترض أنها تبرهن عمليا على لامحلية الكم فى المعمل هـى فى الواقع تجارب لا تفعل ذلك. فهى تبرهن عمليا على "تشابك متداخل" للكم، وهذه إحدى ظواهر الكم الأساسية، ولكنها ظاهرة محلية. يثبت فى النهاية أنه عندما يبدو الأمر وكأن هناك تأثير لامحلى، فإن ما يحدث فى الواقع أن بعض المعلومات فـى الأشياء الكمومية يصبح من غير المتاح التوصل لها بالملاحظة المباشرة. ما يحدث بالفعل فى تحليلنا، أننا نتابع طريقة انتقال هذه المعلومة فى أثناء ظـواهر التشـابك المتداخل. ولا يحدث قط أن سرعتها تفوق سرعة الضوء، وهـى دائمـا تتفاعـل بطريقة محلية خالصة. وفيما يعرض، فإن وجود هـذه المعلومـة التـى لا يتـاح التوصل لها مباشرة يمكن أن نعتبر أنه المسئول أساسـا عـن قـوة الكمبيـوترات الكمومية. كما أن التبصرات التى اكتسبناها من هذا البحث تؤدى أيضا إلى اتجاهات أخرى واعدة جدا.

أبحث حاليا فى اتجاهين تفرعا من هذه الورقة البحثية: أحدهما بحث عن بنية "الكون المتعدد"، وذلك بتدقيق ما نعنيه بالضبط من تلك المصطلحات السابقة الهتافية مثل مصطلح "الأكوان الموازية". ثبت فى النهاية أن بنية الكون المتعدد تتحدد إلـى درجة كبيرة بتدفق المعلومات الكمومية من داخله، وأنا أطبـق التكنيكـات التـى استخدمناها فى تلك الورقة البحثية لأحلل هذا التدفق المعلوماتى. البحـث الآخـر تعميم للنظرية الكمومية للحوسبة حتى يتاح لها أن تصف أنواعا دخيلة مـن تـدفق المعلومات مثل ما نتوقع وجوده فى الثقوب السوداء وعلى مستوى الكم - جاذبية.

يجرى هذا كله فى سياق من اقتناعى، الذى يتزايد دائما فى قوته، بأن نظرية كم الحوسبة "هى" نظرية كم. توفر لنا نظرية كم الحوسبة أوضـح وأبسـط لغـة وصياغة رياضية لعرض نظرية الكم نفسها. أعتقد أنه سرعان ما سوف يحدث أن تأخذ الكتب الدراسية لميكانيكا الكم فى استخدام الحوسبات الكمومية كأمثلة تمهيديـة لها، بدلا من حسابات مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين وما أشبه، تلك الأمثلة التى تحوى نسبة كبيرة من أشياء لا علاقة لها بالأمر. الحوسبة الكمومية تصل مباشـرة إلى الأساسيات لأن الحوسبة الكمومية "هى" الأساسيات.

بالنسبة لى، فإن التطبيق الرئيسى للنظرية هو أن تغير حسنا بطبيعة الواقع. بصرف النظر عن التطبيقات العملية للنظرية فى المستقبل البعيد، فإن الأمر المهم حقا هو الدلالات الفلسفية – الإبستمولوجية والميتافيزيقية – والدلالات بالنسبة للفيزياء النظرية نفسها. إحدى أهم الدلالات هى تلك التى حصلنا عليها حتى قبل أن نبنى أول كيوبتة (بتة كمومية). إن بنية النظرية نفسها تفرض علينا النظر إلى الواقع الفيزيقى على أنه كون متعدد. سواء أسمينا هذا "الكون المتعدد" أو "الأكوان المتوازية" أو "التواريخ المتوازية"، أو "التواريخ الكثيرة"، أو "العقول الكثيرة" – يوجد الآن حوالى نصف الدستة أو أكثر من تغايرات لهذه الفكرة – فإن ما تجبرنا نظرية الحوسبة الكمومية على أن نفعله هو أن نراجع نظرياتنا التفسيرية للعالم، لندرك أن العالم أكبر كثيرا مما يبدو عليه.

عندما استخدم كلمة "أكبر" فإنى أهدف التوصل للتالى: دعنا نفترض أننا سنقيس أحجام الأشياء بلغة من كمية المعلومات اللازمة لوصفها. حتى أحدد أوضاع الذرات فى إحدى الحجرات، سأحتاج لثلاثة أرقام لكل ذرة. وكلما أردت أن أصف مزيدا من الذرات، سأحتاج للمزيد من الأرقام. وكلما زادت رغبتى فى أن أفعل ذلك بدقة أكبر، زادت حاجتى إلى استخدام المزيد من الخانات العشرية. أستطيع التفكير فى فعل ذلك بالنسبة للكون كله. سيبدو أن هذا فيه كم كبير من المعلومات، لأن هناك 10^{80} من الذرات فى الكون المعروف، ناهيك عن غير ذلك من درجات الحرية أو درجة القدرة على التغير. وبالتالى فإن كمية المعلومات قد تبدو ضخمة بما لا يمكن تصوره. إلا أنها مجرد قطرة عند مقارنتها بكمية المعلومات اللازمة لتحديد الحالة الحوسبية لكمبيوتر كمومى واحد قابع فوق نضد بعض معمل فى المستقبل. وبالتالى فإنه بمصطلح تصور هذا المفهوم يكون الكمبيوتر الكمومى شيئا أكبر كثيرا من كل الكون الكلاسيكى. وهذه الحقيقة تجبرنا على أن نغير تماما من نظرتنا للعالم.

الكمبيوتر الكمى سيكون شيئا أكثر تركبا بكثير من الكون الكلاسيكى كله. لاريب فى أن الواقع الفزيقى كله هو أيضا يماثل ذلك، ونحن نسميه أحيانا بالكون

المتعدد. ونحن نرى هناك بالخارج ذلك الكون الكلاسيكى، لأن معظم الكون المتعدد لا يتاح لنا التوصل له مباشرة. يمكننا فحسب استنتاج وجود المعلومات الكمومية المخبوءة بطريقة غير مباشرة، كما فى تجارب الاشتباك المتداخل التى ذكرتها.

يفرض هذا الاستنتاج نفسه فرضا قويا النسبة لأناس كثيرين حتى قبل كمبيوترات الكم. طرح التفسير بالأكوان الكثيرة فى ١٩٥٧. إلا أننا نستطيع أن نؤول كل الحجج المبكرة على أنها حجج حوسبية أيضا. لم يكن الناس الذين يحاجون بها يظنون أنها كذلك، إلا أن هذا هو ما كانته. كانوا يقولون، "عندما ننظر من حولنا نرى شيئا ما هو على وجه التقريب كون كلاسيكى، ونحن نتوقع أننا لو أخذنا ميكانيكا الكم فى الحسبان فإنها قد تضيف قدرا معينا من " خامة " إضافية – تماما مثلما فعلت النسبية – خامة تسلك سلوكا مختلفا، إلا أنه مازال يوجد تقريبا نفس القدر من الواقع مثلما كنا تعتقد بوجوده". ولكن هذا "ليس" هو ما يحدث عندما نأخذ ميكانيكا الكم فى الحسبان. عندما نأخذ ميكانيكا الكم فى الحسبان، يحدث بدرجة هائلة أن يصبح الواقع أكبر أسيا وأكثر تركبا مما كانه حسب الفيزياء الكلاسيكية.

إذا كان النظام هو كمبيوتر كمومى، نستطيع أن ندرك أن هناك "معلومات مخبوءة " فيه بسبب الإجابات التى يعطيها لنا. لنأخذ مثلا الخوارزم الكمومى للبحث عند جروفر. إنه يعمل هكذا: دعنا نفترض أنك تحاول اختراق إحدى الشفرات، أن تخمن مثلا المفتاح السرى. سوف تبحث خلال كل المفاتيح الممكنة. من المبرهنات المبتذلة للحوسبة الكلاسيكية أنك إذا كنت تريد البحث خلال تريليون من الأشياء المجهولة، سيكون عليك عموما أداء تريليون عملية فيزيقية من نوع ما. ربما يمكنك أداء بعض منها بالتوازى، إلا أن كمبيوترا بعينه لن يتمكن إلا من أن يؤدى بالتوازى عددا محددا فى كل مرة. سيكون عليك بطريقة أو بأخرى أن تؤدى تريليون شىء، وبالتالى لو أردت استخدام الكمبيوتر نفسه للبحث خلال تريليونين من الأشياء فإنه ينبغى أن يستغرق على الأقل زمنا من مثلين، وهلم جرا.

أما مع الكمبيوتر الكمومى فإنك تستطيع الأداء أفضل. أول كل شيء، أنك عند البحث خلال تريليون شيء، ستحتاج فحسب إلى مليون عملية. وعموما فإنك حتى تبحث خلال العدد (ن) من الاحتمالات، ستحتاج فحسب إلى أداء الجذر التربيعى لنون من العمليات الفيزيقية. وبعدها، إذا سمحت لأداتك لاختراق الشفرة بأن تفكر لمدة تصل إلى المثلين، فإنها ستفحص مقدارا من المفاتيح يصل "لأربعة" أمثال. وإذا فكرت لزمن من ثلاثة أمثال ستفحص ما يصل إلى تسعة أمثال، وهكذا دواليك. تفسير هذا بلغة من أكوان كثيرة، تفسير بسيط جدا. الأمر لا غير أن هناك جذر تربيعى للعدد "ن" من الأكوان يساهم فى هذه المهمة. ولكن مرة أخرى دعنا لا نهتم بمسألة التفسير هكذا. إذا فكرنا فحسب فى دلالة هذه الحوسبة بالنسبة للواقع الذى نجد أنفسنا فيه، ستكون الإجابة ثانية أن الواقع أكبر كثيرا مما يبدو عليه. العثور على المفتاح الصحيح كان يعتمد منطقيا على البحث خلال كل المفاتيح الأخرى. وبالتالى، فإن من الأمور المنطقية، أن هذه المفاتيح الأخرى الممكنة يجب أن تكون كلها موجودة فى مكان ما وتم تفحصها بواسطة شيء ما لمعرفة ما إذا كانت مناسبة.

وفى النهاية يلزم أن يكون للمعلومات تحقق فيزيقى؛ وهذا هو السبب فى أنها تتأتى فعلا فى النهاية كذرات أو نجوم أو أى مما يكون. ولكننا بسبب شمولية الحوسبة لا نكون بحاجة للتفكير بلغة من عمليات تنفيذ محددة. لسنا بحاجة لأن نعرف إذا كانت معلوماتنا سوف تختزن فوق قرص مغناطيسى أو أى مما يكون؛ نحن نعرف لا غير أن المزيد من المعلومات يعنى شيئا أكبر.

إذا كان للكمبيوترات أن تواصل أن تصير أكثر قوة، يجب أن تصير عناصر المعالجة والذاكرة أصغر. ولهذا السبب وحده يجب أن يتم تسخير العمليات الكمومية. وليس من المهم حقا أن نصنع أو لا نصنع كمبيوترات كمومية. بل وحتى إذا صنعنا كمبيوترات كلاسيكية بعناصر لها مقاييس ذرية، سيكون علينا استخدام فيزياء الكم وأن نستخدم فى النهاية نظرية الكم للحوسبة. وما إن نصنع ذلك حتى يمكن فيما يحتمل أن تصنع التكنولوجيا نفسها أيضا كمبيوترات كمومية. وسيكون الحافز موجودا هناك، بسبب المزايا المختلفة المتأصلة فى الحوسبة الكمومية.

التكنولوجيات المطروحة لبناء هذه الكمبيوترات حاليا فى حالة تنافس. لا ندرى إلى أى طريق سوف تتجه المنافسة. ربما تكون فى شراك أيونية أو فى نقاط كمومية أو أدوات أخرى من حالة الصلابة، أو ربما تكون أنشوطات فائقة التوصيل. وربما تكون جزيئات، أو تكون شيئا ما لا نعرفه بعد.

أكبر كمبيوتر كمومى موجود فى العالم حاليا لديه ما يقرب من ثلاث كيوبتات. وليس له فائدة عملية كبيرة، وهو يتطلب حجما كبيرا من الأجهزة حتى يعمل. إلا أننا مع هذه الكيوبتات الثلاث نستطيع بالفعل أن ننفذ خوارزمات كمومية لا يستطيع أن يحاكيها أى كمبيوتر كلاسيكى يستخدم ثلاث بتات عادية.

أجهزة الكتابة الشفرية الكمومية موجودة بالفعل فى المعامل. وسوف يؤدى هذا فى النهاية إلى توفير وسيلة اتصال آمنة تماما. لن تعود الكتابة الشفرية تعتمد على أنها عسيرة أو صعبة فى تخمين مفتاح مجهول. سيكون الأمر ببساطة أن من المستحيل فيزيقيا اكتشاف المفتاح إذا لم يكن لدينا الشيء الفيزيقى المتعلق بالأمر؛ وهذه هى الغاية القصوى فى الكتابة الشفرية. المشكلة هى أن التشفير الكمومى فى الوقت الحالى بالضبط له مدى محدود تماما. فهو ليس مما يمكن صنعه فى الهواء الطلق. وإنما يجب صنعه من خلال كابل من ألياف ضوئية، وأعتقد أن الرقم القياسى العالمى هو حوالى ١٠٠ كيلو متر. إلا أننا مع ذلك نستطيع عمل توصيلات لمدينة لندن، أو العاصمة المركزية واشنطن بواسطة وسائل اتصال آمنة أمانا مطلقا. لا أدرى سببا لأن هذا لم يصنع بعد. على أنى أظن أن هذا لا علاقة له بأى مكائد حكومية شريرة؛ لعل الأمر فحسب أن أى فكرة تستغرق زمنا حتى تصبح حقا قابلة للحياة تجاريا. نحن نعرف بالفعل طريقة إنشاء وسائل اتصال آمنة أمانا مطلقا إذا شئنا ذلك، بمدى من كيلومترات معدودة. أما على الآماد الأبعد فإن هذا سيكون فيه مشكلة، على أن هناك على الأقل مجموعة واحدة فى لوس ألاموس تبحث أمر نظام سوف يتيح لنا أن ترتد رسائل مشفرة كموميا من قمر صناعى، وهذا سوف يحل المشكلة حلا جوهريا. يمكن أيضا حل المشكلة على المدى الطويل بواسطة محطات كمومية متكررة، ولسوء الحظ فإن هذه سوف تتطلب حوسبة

كمومية أكثر تعقدا بكثير مما تؤديه علميات الشفرة الخام. على أنها سوف تصل لنا فى النهاية، ربما بعد عقد أو اثنين.

سيصل إلينا شيء آخر - ربما بعد أكثر من عقد أو عقدين - وهو استخدام الكمبيوتر الكمى لاختراق شفرة ما يوجد الآن من شفرات، كما وصفت فى التو. ماكينات اختراق الكتابة الشفرية ستجعل النظم الشفرية الموجودة حاليا شيئا قد عفا زمنه. تكرر شعورى بالدهشة من الطريقة التى يجيد بها التجريبيون التمكن من تنفيذ المفاهيم النظرية فى الحوسبة الكمومية. وبصرف النظر عن التشفير الحوسبى، سيصيبنى الذهول لو نتج عن الحوسبة الكمومية أى شيء مفيد تكنولوجيا خلال عشر سنوات، بل عشرين سنة، بل حتى مدة أطول. ولكننى قد سبق لى أن أصابنى الذهول.

ماذا سيأتى بعد العقول

مارفن مينسكى[(١٦)]

هناك الآن عشرات الآلاف من الباحثين فى المجال المسمى بالذكاء الاصطناعى، وكلهم يعملون جاهدين ليضفوا على الماكينات... قدرات شبه بشرية. أنشأ هؤلاء الباحثون برامج يفوق أداؤها أداء البشر فى كثير من المجالات المتخصصة، فبعضها يحل مسائل رياضية عويصة أو يعمل بمهارة فى إرشاد السفن والطائرات. وبعضها الآخر يستطيع التعرف على الأصوات والوجوه أو الأشياء التى على خطوط التجميع. إلا أن أحدا منها لا يستطيع بعد أن يلبس نفسه، أو أن يفهم أشياء من النوع الذى يستطيع الأطفال الصغار فهمه. ما السبب فى أنه لا يوجد حتى الآن أى كمبيوتر لديه ما نسميه كل يوم، بأنه معرفة الحس المشترك أو كمبيوتر يؤدى أنواع الاستدلال التى نعتبرها واضحة؟

(١٦) مارفن مينسكى أستاذ "توشيبا" لفنون وعلوم وسائل الإعلام وأستاذ الهندسة الكهربائية وعلم الكمبيوتر فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا. وقد أدت أبحاثه إلى أوجه تقدم نظرية وكذلك تطبيقية فى الرياضيات، وعلم الكمبيوتر، والفيزياء، وعلم النفس، والذكاء الاصطناعى، مع إسهامات ملحوظة فى مجالات الدلالات الحوسبية وتمثل المعرفة، وإدراك وتعلم الماكينة، ونظريات حل الإنسان للمشاكل. ومينسكى هو أيضا مخترع الميكروسكوب المشهور لإجراء مسح البؤر المتحدة، مما أحدث ثورة فى قدرتنا على رؤية البنى الميكروسكوبية الكثيفة. وهو مؤلف كتاب "مجتمع العقل".

لماذا ظل من الصعب اكتشاف الطريقة التى تعمل بها العقول؟ كلما زاد ما نعرفه عن طريقة عمل العقول البشرية، سنتمكن بشكل أفضل من توجيه تنامى خلفاءنا بالوراثة أو نماء تلك الكائنات التى سنشرف على صنعها. ولكن لماذا ينبغى أن نغير من أنفسنا بدلا من أن نبقى كما نحن عليه للأبد؟ السبب هو أن ليس لدينا بديلا لذلك. لو بقينا على وضعنا الحالى بلا تغيير، سيكون من المرجح أننا لن نبقى موجودين لزمن جد طويل - لا بمقياس الزمن الكونى ولا بمقياس الزمن البشرى. نحن معرضون خلال مايلى من مئات أو آلاف السنين لأن ندمر أنفسنا، ومع ذلك فإنه من المحتمل إلى حد كبير أننا وحدنا المسئولون ليس فحسب عن بقاء نوعنا وإنما أيضا عن استمرار الذكاء فوق هذا الكوكب وعن استمراره فى هذا الكون. حتى يصبح فى قدرتنا تنمية إمكانات مستقبلنا، سيكون علينا حماية بيئتنا من أمرين معا هما الاحترار والتثلج المناخى. كما يجب علينا أيضا تجنب الفناء بواسطة أنواع أخرى من الحوادث، مثل الاصطدام بالمذنبات أو الكويكبات التى سبق لأكثر من مرة أن دمرت معظم الأنواع فى الماضى. نحن منتبهون أيضا إلى أن شمسنا سوف تبتلعنا فيما لا يزيد عن بضع بلايين أخرى من السنين، بل وفيما يحتمل فى زمن أسرع إلى حد ما من ذلك. رأينا اقتراحات كثيرة حول التعامل مع هذه الأمور، إلا أن أيا منها لا يبدو أنه عملى. قد يكون السياق الأكثر عملية هو ببساطة أن نفكر بقدر أقل فى هذه القضايا نفسها وأن نركز بدلا من ذلك على إيجاد طرائق لأن نجعل أنفسنا أكثر ذكاء!

لايزال علم النفس فى طفولته. سنجد أفكارا كثيرة فى "الخطابة" لأرسطو، كتبت منذ ثلاثة وعشرين قرنا، عن طريقة عمل التفكير، والكثير من هذه النصوص مازالت تبدو وكأنها عصرية، وهذا أمر لا يصدق على معظم العلوم الأخرى. يطرح هذا أننا ينبغى أن نتفحص مليا السبب فى أن أفكارا أكثر تقدما بكثير بشأن العقول لم تبدأ فى الظهور إلا بعد وقت متأخر من القرن التاسع عشر، وذلك مثلا عندما ظهرت أبحاث مفكرين مثل ويلهلم فوندت، وفرانسيس جالتون، ووليام جيمس، وسيجموند فرويد. بل حتى وقتذاك كان التقدم بطيئا. ما الذى منع علم النفس من التقدم بسرعة أكبر؟ إليكم بعض الأسباب الممكنة:

- "نموذج (الذات الواحدة)": كانت إحدى العقبات الرئيسية للتقدم هى نموذج عقل "الذات الواحدة"، أى فكرة الحس المشترك بأن كل واحد منا لديه هوية واحدة مركزية لها ما هو محدد من مقاصد وأهداف. والمشكلة أن هذه الفكرة فى حد ذاتها تنحو لأن تمنع الواحد منا من التفكير حول ما تكونه العقول وطريقة عملها. كان فرويد واحدا من أول من تحدوا هذا النموذج، بأن طرح نظرية معمارية، يتألف فيها العقل من عدد من المنظومات، بحيث ينتج "التفكير" عن الطرائق التى تتصارع بها هذه المنظومات.

- "عدم وجود طرائق جيدة لتوصيف المعلومات": من الواضح أن العمليات العقلية تتعامل مع رموز، نجد أن "معانيها" تشير، على الأقل لبعض الوقت، إلى تأملات ذاتية حول هذه العمليات نفسها. لم يكن لدينا فى الأزمنة القديمة طرائق للعمل بنظم مثل هذه أو لتمثلها، ولم يكن لأى من هذه التكنيكات أن تظهر قبل بزوغ فجر علم الكمبيوتر.

- "النظم المركبة والحسد للفيزياء": أحس معظم علماء النفس القدامى بإعجاب بالغ بتقدم الفيزياء حتى إنهم ظلوا يحاولون محاكاة ماكسويل أو نيوتن[١٧] بالبحث عن مجموعات صغيرة جدا من القوانين لتفسير السلوك البشرى. كثيرا ما كان هذا القيد يجعل فى شكل مادى تحت اسم "نصل أوكام"[١٨]: علينا ألا نفترض قط وجود أى كيانات يبدو منطقيا ألا ضرورة لها. على أننا قد تعلمنا حتى من أيام علم الأعصاب الباكرة، أن أمخاخنا لديها مئات من الميكانزمات المختلفة. وهذا يطرح لنا أن نبحث عن نظريات فيها أجزاء أكثر وليست أقل.

- "تفكير الحس المشترك": أدى علم النفس الحديث إلى تقدم عظيم تجاه فهمنا للإدراك البشرى والتفاعلات البسيطة. على أننا مازلنا لا نحاول بعد محاولة فيها

(١٧) ماكسويل (جيمس كلارك) ١٨٣١ - ١٨٧٩، فيزيائى إسكتلندى له دور كبير فى الفيزياء الكهرومغناطيسية. ونيوتن (إسحق) ١٦٦٣ - ١٧٢٧ فيزيائى إنجليزى وضع قوانين للحركة والجاذبية تستخدم حتى الآن. وكلاهما علامة طريق فى الفيزياء الحديثة. (المترجم)

(١٨) نصل أوكام مبدأ بألا يكون للكيانات أجزاء كثيرة تتجاوز الضرورة وبالتالى فإن النظرية العلمية الأفضل هى الأقل فروضا أو أجزاء. (المترجم)

الجهد الكافى للكشف عن أسرار الطريقة التى نتمثل بها معرفة الحس المشترك، أو طريقة استخدامنا لما لدينا من معرفة فى حل المشاكل الصعبة.

الذات الواحدة إزاء النموذج الفرويدى

دعنا نتخيل أن طفلا يريد دمية يلعب بها طفل أصغر منه سنا. أوضح حل لذلك هو أن يأخذ الدمية بالقوة، إلا أن قيمنا الثقافية تمنع ذلك وعلى طفلنا أن يتعامل مع هذا المنع. على أن من الصعب تمثل صراع فى نموذج "الذات الواحدة"، لأن من الصعب تصور أن عقلا واحديا يمكنه أن يفكر فى أفكار عديدة متصارعة.

عالج فرويد هذه المشكلة بأن نظر إلى العقل على أنه يحوز أجزاء عديدة تكاد تكون منفصلة، وكل منها له آلياته الخاصة. ثمة صورة مبسطة لفكرته هذه - أفكر أنا فيها على أنها "شطيرة فرويدية" - حيث يبدأ المرء فيها (مثل الحيوانات الأخرى) بالشهوات، والبواعث، والحوافز الملحة، والدوافع، التى تتجسد فى منظومة فطرية سماها فرويد "الهو" (Id). ولكننا أيضا ننمو داخل عالم اجتماعى نكتسب منه أهدافا إضافية، من أنواع نسميها أحيانا بالمثل العليا. تصور فرويد أن هذه الأهداف تتجسد فى منظومة ثانية هى "الأنا العليا" (Superego). ثم مضى فرويد إلى توصيف باقى العقل على انه تشكيلة من مخططات بالغة التباين: مجموعة سماها "الأنا" (Ego). ورأى هذه المنظومة (التى تتضمن ما نسميه الاستدلال بالحس المشترك) كأنها داخل شطيرة من المنظومتين الأخريين؛ ومهمة "الأنا" هى أن تجد طرائق مقبولة لوضع حل للصراعات التى كثيرا ما تنشأ بين أهدافنا الغريزية وأرقى مثلنا.

نستطيع أيضا أن نفسر فكرة فرويد بأنها تطرح أن الكثير مما يفعله العقل مرتبط بما نسميه الآن " تصحيح الأعطال". سلوكنا لا يتأسس على قوانين بسيطة مثل تلك التى توجد فى نظرية رياضية منمقة، ولهذا السبب فإن عقولنا تعمل مثل حزم كبيرة من البرمجيات، كل جزء منها يعانى من أوجه عطل مختلفة. (ليس هذا

هو حال المخ وحده، فهذا عموما ثمرة من ثمرات التطور. فبدلا من أن تكون كل منظومة فرعية محكمة الكمال، نجد أن المنظومات القديمة تتلصق معا في رقع بإضافة منظومات أخرى، تساعد كل منها في تثبيت بعض عطل قديم، وبالتالي فإنها تخلق أعطالا إضافية) تصور فرويد على وجه الخصوص أن بعض أجزاء العقل تماثل أجهزة متابعة تراقب الأجزاء الأخرى وتتعلم عندما يصيب العطب هذه الأجزاء كيف تكبحها وتشغل أجزاء أخرى.

ليس من اللازم علينا أن نوافق على نظريات فرويد على وجه الخصوص؛ بل إنه في الحقيقة داوم على تغييرها عبر السنين. وإنما ينبغي أن ندرك مغزى طريقة تناوله: فهي تطرح بدائل للرأى بأن العقل يحتاج إلى "شخص" مركزى أو "روح" مركزية. نستطيع بدلا من ذلك أن ندرك العقل على أنه مجموعة من البنى تستطيع أن تتعاون وكذلك أن تتعارض إحداها مع الأخرى من أجل العثور على طرائق للتعامل مع الأهداف المتصارعة. والحقيقة أن نظرية فرويد لها أكثر من ثلاثة أجزاء؛ فقد تصور أيضا وجود مختلف الأنواع من نقاد العقل ورقبائه، وكابحيه، كما تصور أيضا طرائق عديدة لصنع التمثلات. ومع ذلك، لم تكن هناك بعد في تلك الأزمنة القديمة أى طريقة لصنع توصيفات جيدة لأمور من هذا النوع؛ حتى يحدث ذلك كان لابد من انتظار أفكار أحدث كثيرا حول تمثل المعرفة وكذلك انتظار طرائق أفضل لتمثل العمليات.

ومن ثم، فإنه بدلا من البحث عن قواعد متناسقة تنطبق على كل وظائفنا العقلية، نجد أن هذا الرأى بوجود "تعدد للعامل الفعال" يتيح حيزا أكبر لأنواع أخرى كثيرة من الموارد الوافرة، ذلك أن كل واحدة من تلك المنظومات المنفصلة جزئيا تستطيع أن تعمل حسب قوانين مختلفة. لاريب أن التبصر وحده لن يفيد هنا، ذلك أننا في حاجة لأن نعرف الطريقة التي تنتظم بها هذه المنظومات. كان ينبغي أن تؤدى أفكار فرويد إلى أن يتابع المزيد من علماء النفس المشكلة ذات المستوى الأعلى، مشكلة توصيف معمار العقول. فعل أتباع فرويد بعضا من هذا، إلا أنه لم ينتج عما فعلوه الشيء الكثير، ذلك لأن تلك الأفكار لم تؤثر كثيرا في التيارات

الرئيسية لعلم النفس. أظن أن هذا ربما يكون بسبب ما وصفته بأنه الحسد للفيزياء؛ استطاع قلة من العلماء فحسب أن يتصوروا طرائق لتجسير الفجوة بين النظريات البسيطة المؤسسة على قواعد شائعة وبين تلك المخططات المعمارية التى وإن كانت سامقة إلا أنها تتسم بالغموض. وجهت مؤخرا سؤالا لفصل كبير من طلبة تلقى معظمهم مقررات فى "علم الإدراك"، وهو سؤال عما يعرفونه من أفكار فرويد، ولم يتذكر سوى قلة منهم أى شيء عنها. والواقع أن أفكار فرويد قد أقصيت فى المنفى، ربما لأنها فى السنوات الباكرة قد نظر إليها باعتبارها خطأ من الوجهة السياسية. وبالإضافة لم يكن هناك وسيلة عملية للتنبؤ بالطريقة التى سيكون عليها سلوك منظومة كبيرة هكذا؛ كان على ذلك أن ينتظر حتى تصل الكمبيوترات الكبيرة.

فيما يتعلق ببرامج الكمبيوتر الحديثة، يحدث أحيانا أن تدخل أجزاؤها المختلفة فى صراع، على أن مبرمجينا ينزعون إلى اعتبار أن هذا الأمر ليس بالطريقة المقبولة لمواصلة العمل. وبدلا من ذلك فإنهم يحاولون العثور على طرائق تجعل كل برنامج يعمل بصورة كاملة الإحكام. لست أقول إن هذه فكرة سيئة، وإنما أقول لا غير إنها لن تنجح قط نجاحا كاملا، وبالتالى فإن علينا إنشاء البدائل. لابد من أن أحد أسباب أن أمخاخنا الثديية لديها "مراكز" متخصصة مختلفة كثيرة هكذا هو أنه فى أثناء تطور أسلافنا، كان على أمخاخهم أن تنمى ميكانزمات جديدة للتكيف مع مواقع إيكولوجية جديدة، فى حين أن معظم الحيوانات الأخرى فشلت فى أن تطور "طرائق تفكير" مختلفة متعددة، وهذا هو السبب فى أن أحد الأنواع يستطيع نمطيا أن يبقى موجودا فحسب فى نوع واحد من البيئة، هو موقعه الإيكولوجى. ونجد فى تباين مع ذلك أن أمخاخنا أصبحت شيئا كالخلط العظيم للأمور، ومازال على علم النفس أن يدرك هذا عن طريق نظريات تدور حول الطريقة التى يستطيع بها التفكير أن يعمل على الرغم من ذلك أو بأن يجد طرائق لاستغلال ذلك.

لاتزال معظم برامج الكمبيوتر الحالية مشابهة لتلك الحيوانات المتخصصة نمطيا: لو أننا طبعنا أحد الأوامر وفيه حتى أهون خطأ، فإن هذا البرنامج سيموت

سريعا، فى حين أننا لو قلنا لأحد الأفراد أمورا متضاربة، فسوف نتلقى فيما يحتمل إجابات مثل "هذا عجيب"، أو "أنا لا أصدقك" أو "سأحاول فهم وجهة نظرك". لـدى كل فرد طرائق مختلفة كثيرة للتعامل مع كل موقف مختلف. مبحثى الرئيسى فـى كتاب "ماكينة الانفعال" هو أنه "لا" يوجد مخطط متسق يؤدى إلى ماكينات لها وفرة موارد مثلما للمخ البشرى. وأنا مقتنع بدلا من ذلك بأن هذا سيتطلب "طرائق تفكير" كثيرة مختلفة – مصحوبة بكيانات معرفية حول طريقة ووقت استخدام كل طريقـة منها.

مغزى علم الكمبيوتر

ثمة حدث وقع فى منتصف القرن العشرين، أتوقع أنه سيؤدى فى النهاية إلى تحول فى حضارتنا: إنه نشأة علم الكمبيوتر. يفتـرض معظـم النـاس أن "علـم الكمبيوتر" يشير إلى أنواع الأمور التى تؤديها الكمبيوترات، إلا أن هـذا الفـرض يتجاهل أهمية هذا العلم. وأنا لا أكاد أرى أن علم الكمبيوتر يتعلق بالكمبيوترات بأى حال، وإنما أرى بدلا من ذلك أنه مجموعة جديدة من الطرائق للتصور و(بالتـالى) للتفكير بشأن نظم مركبة أقصى التركب.

وفيما يعرض، فأنا لا أستخدم مصطلح "التركب" لأعنى أى نظام له أجـزاء بالغة الكثرة. وإنما ما يهمنا هو الحالات الخاصة التى تتفاعل فيها هـذه الأجـزاء بطرائق غير متسقة. وإذن، فإن المخ البشرى قد طور بضع مئات من الأجزاء كل منها له أوجه سلوك مختلفة.

هذه النظم غير المتجانسة لا تود أن تذعن لذلك النوع من النظريـات التـى نجحت نجاحا كبيرا فى ميادين مثل الفيزياء والرياضيات. الرياضيات مجموعة من الطرائق التى تتعامل جيدا مع نظم تتأسس على مبادئ بسيطة، بصرف النظر عـن أن أوجه سلوكها الخارجية قد تبدو لأول وهلة مركبة تركيبا هائلا. وبالتـالى فـإن الرياضيات تستطيع أحيانا أن تتعامل مع نظم لديها أعداد هائلة من الأجزاء، ولكن

هذا يكون فحسب عندما تتفاعل هذه الأجزاء بطرائق يمكن فى الغالب تجاهلها! وكمثل، فإن الميكانيكيات الإحصائية تصلح لتفسير بعض خصائص لنظم كبيرة جدا يكون لأجزائها كلها خصائص متماثلة، ولكنها لا تصلح عندما يكون هناك اختلاف بين كثرة بالغة من هذه الأجزاء. ونجد عند الطرف الأقصى الآخر أن "نظريات الشواش" تستطيع أحيانا أن تفسر السبب فى أن بعض النظم التى تكون بسيطة ظاهريا تستطيع أن تنتج سلوكا مركبا، عندما تؤدى أوجه اختلاف بسيطة إلى تغيرات تتنامى أسيا. هناك طرائق رياضية أخرى تستطيع أحيانا أن تفسر (من حيث المبدأ) كيف أن بعض النظم المركبة تنتج سلوكا بسيطا. على أنه نادرا ما تفيدنا هذه النظريات فى فهم تفاصيل النظم المتخصصة المركبة التى يثبت فى النهاية أن أوجه سلوكها تكون "مفيدة" لنا، مثل البرامج التى تتأسس على "ظروف شرطية" يجب أن توصف بلغة من كلمتى "إذا" ف "إذن". يحدث فى هذا النوع من النظم أن أوجه الاختلاف الصغيرة تستطيع أن تسبب "فورا" تغيرات سلوكية عنيفة، تكون مثلا من نوع ما يحدث فجأة كلما حصلنا على فكرة جديدة!

نرى فى تباين مع ذلك، أن علم الكمبيوتر يوفر لنا مجموعة هائلة من مفاهيم جديدة مفيدة يمكن أن تفيدنا فى توصيف العمليات العقلية. وكمثل، طرحت معظم النظريات المبكرة عن الذاكرة أن المعرفة تختزن كروابط بسيطة بين بنود منفصلة – بل وبتعبير أبسط من ذلك أنها تختزن كما تختزن العروض فى حافظة. يفيدنا علم الكمبيوتر فى تصور مدى أوسع كثيرا من الطرائق لتمثل أنواع وأشكال مختلفة من المعرفة كالتالى:

- بنود فى قاعدة بيانات،
- روابط داخل شبكة عصبية،
- مجموعات من قواعد التفاعل حسب "إذا/إذن"،
- بنى مترابطة فى شبكات دلالية،
- مخطوطة تسلسل إجرائية تشبه البرنامج،

- مجموعات أطر مرتبطة فيما بينها،
- مخططات تعرف بشفرة مختلطة،
- مستويات متعددة من مخبوات الذاكرة، إلخ.

تعتمد عقولنا على شبكات كبيرة جدا من أنواع مختلفة من العمليات، وأنا أتوقع أننا سنكتشف أنها تستخدم تمثلات كثيرة متخصصة. هذه الأفكار الجديدة حول تمثل المعلومات هي وحدها التي توفر لنا طرائق متخصصة وافية لتوصيف أمور كهذه. لاريب أن على مبرمجينا أن يدفعوا ثمنا غاليا مقابل استخدام هذه المخططات المعقدة بما يلائم؛ لقد جردونا هكذا من اليقين الذي يتأتى مع البراهين الرياضية المحكمة. على أننا قد اكتسبنا في مقابل ذلك استخدام ما يسمية باحثو الذكاء الصناعي بأنه معرفة موجهة بالتجربة والخطأ، أي معرفة تدور حول ما تكونه العمليات التي تفيدنا عادة في حل كل نوع بعينه من المشاكل. كما أن استخدام الكمبيوترات قد مكننا من محاكاة ما تفعله هذه النظم، الأمر الذي يوفر لنا بديلا للبرهان الرياضي (وإن كان ذلك أحيانا غير واف).

أسباب توافر الموارد البشرية

يستطيع برنامج الكمبيوتر الحديث على نحو نمطي أن يحل فقط نوعا واحدا معينا من المشاكل وذلك بطريقة واحدة معينة. وفي تباين مع ذلك فإن الشخص الذي يجد تعثرا عند استخدام إحدى الطرائق يستطيع عادة أن يتحول إلى بعض طريقة تناول أخرى. وبالإضافة، فنحن عندما نغير تكنيكنا، لا يكون علينا عادة أن نبدأ العملية كلها من جديد؛ وبدلا من ذك فإننا نغير تكتيكاتنا وتمثلاتنا مواصلين العمل من حيث كنا قد انتهينا.

كيف يمكننا أن نغير طريقة تفكيرنا في الأمور دون حاجة إلى البداية من جديد؟

- "نحن كثيرا ما نستخدم تمثلات عديدة": إحدى الإجابات عن هذا السؤال تطـرح أننا كلما تعلمنا من خبرتنا، فإننا نصنع عادة تمثلات عديدة لكـل شـيء ممـا تعلمناه. حتى نفعل ذلك، فإننا نبنى مخططات عديدة مختلفة للذاكرة، يخدم كـل منها أغراضا مختلفة أو يفيد فى الأنواع المختلفة من المشاكل. وكمثـل، فإننـا عندما نلاقى نوعا جديدا من الأشياء، نستطيع أن نتمثله كشبكة من توصـيفات بصرية، وسمعية ولمسية، بل إننا عادة نذهب لأبعد من ذلك، لأن أجزاء مخنـا المختلفة تسأل أسئلة مثل "من الذى يمتلك هذا الشيء؟" أو "ما سبب وجود هـذا الشيء هنا؟" أو" ما ثمن تكلفته؟" أو "كيف يعمل؟" وأظن أننا أيضا سنسأل عادة، "لأى غرض يحتمل أن نستعمله؟" أو "كيف يمكننا أن نكتسـب الـتحكم فيـه؟" وبعدها فإن كلا من هذه الأسئلة قد يؤدى بنا إلى أن نختزن حتى أنواعا إضافية من أوصاف ذلك الشيء، مصحوبة بما يناسب من ترابطات بينية، بحيـث إننـا عندما نسأل لاحقا أسئلة مختلفة سنستطيع أن نغير بسرعة أسلوبنا فى التفكير.

- "الانفعالات طرائق مختلفة للتفكير": حسنا المشترك فى "علم النفس الشعبى" ينحو إلى أن يعتبر "التفكير" كأمر بسيط نسبيا، فى حين أننـا نحـب أن نفكـر فـى "الانفعالات" على أنها تكون بأقصى درجة من التركب والغموض. وبالتالى فإن التفكير فى هذا الرأى الشعبى، يتألف مما لا يكاد يزيد شـيئا عـن أن يكـون عمليات منطقية باردة ميكانيكية لا تثيـر الاهتمـام بوجـه خـاص. وينظـر للانفعالات، فى تباين مع ذلك، على أنها مختلفة تماما، بكل ما فيها من ألوان لا يمكن التنبؤ بها ومشاعر لا يمكن تفسيرها. دعنا ننظر أمر التناظر بين ألـوان وأشكال الأشياء الفيزيقية هى والمشاعر والأفكار التى تأتى مع تفكراتنا. نحن لا نرى عادة أى إلغاز بشأن الشكل الفيزيقى لأحد الأشياء، لأننا نستطيع توصـيفه بلغة من أجزاء صغيرة، مصحوبة بعلاقاتها المكانية. ولكننا ليس عنـدنا نفـس النظرة للألوان، لأنها تبدو مختلفة تماما عن الأشكال، فهى إلى حد بالغ منفصلة عنها ومضافة لها. بل إن الألوان فى الحقيقة تبدو جد مستقلة و"ثانوية" حتى إننا فى الواقع ليس لدينا ما نقوله عنها. ("ما السبب" فى أن الألوان تبدو هكذا جـد

مختلفة عن الأشكال؟ أظن أن سبب ذلك ببساطة هو أنها تتعلق بعمليات داخل مخنا تم تطورها فى زمن أحدث، وبالتالى فإنها على درجة أقل من الارتباط جيدا بسائر أفكارنا). وعلى كل، فإن الرأى المطروح فى "ماكينة الانفعال" يتخذ ما يكاد يكون وجهة نظر مضادة لذلك: الانفعالات ليست إضافات للأفكار. فأنا أنظر بدلا من ذلك، إلى كل حالة انفعالية على أنها طريقة للتفكير تختلف اختلافا متميزا. بل إنى أحاج بأن الحالة الانفعالية فى ظروف كثيرة لا تنتج عن إضافة للتفكير؛ وبدلا من ذلك فإنها ربما تتأتى من كبت موارد هى بدون هذا الكبت نستخدمها عادة عند التفكير! وكمثل، عندما يؤدى شىء ما إلى استثارة غضبنا بالدرجة الكافية، قد نأخذ عندها فى كبت بعض خططنا على المدى الطويل، ونتوقف عن بعض الميكانزمات الدفاعية، ونقيد من مدى تفكيرنا ليصير بمستويات أكثر ضحالة وأقل من حيث التأمل الذاتى. وبكلمات أخرى، فإن هذه الحالة الانفعالية ينتج عنها أسلوب تفكير يتأتى فى أغلبه عن توقفنا عن استخدام بعض من مواردنا التى تكون عادة ناشطة.

- "التفكير يتطلب تجميعات هائلة للمعرفة": ما الذى يجعل الناس أكثر ذكاء هكذا عن معظم أنواع الحيوانات الأخرى؟ من الواضح أن سبب هذا فى جزء هو أننا نتعلم أكثر، وذلك فى أمرين معا هما مزيد من المعرفة حول أشياء بعينها، وطرائق أفضل للتفكير بشأنها.. كما أننا أيضا نتعلم هذه الأشياء على مستويات متعددة: فالأمر لا يقتصر على أننا نتعلم طرائق جديدة للتفكير، ولكننا نتعلم أيضا متى وكيف نستخدمها.

وعلى أى حال، فنحن لم نتعلم بعد الشىء الكثير جدا فيما يتعلق بالطريقة التى نجعل بها ماكيناتنا تتعلم أن تفعل هذا كله. هناك الآن عشرات الآلاف من الباحثين فى المجال المسمى بالذكاء الاصطناعى، وكلهم يعملون جاهدين ليضفوا على الماكينات قدرات من هذا النوع شبه البشرى. أنشأ هؤلاء الباحثون برامج يفوق أداءها أداء البشر فى كثير من المجالات المتخصصة. فبعضها يحل مسائل رياضية عويصة أو تعمل بمهارة فى إرشاد السفن والطائرات. وبعضها الآخر

يستطيع التعرف على الأصوات والوجوه أو الأشياء التى على خطوط التجمع. إلا أن أحدا منها لا يستطيع بعد أن يلبس نفسه، أو يفهم أشياء من النوع الذى يستطيع صغار الأطفال فهمه. ما السبب فى أنه لا يوجد حتى الآن كمبيوتر لديه ما نسميه كل يوم بأنه معرفة الحس المشترك، أو كمبيوتر يؤدى أنواع الاستدلال التى نعتبرها واضحة؟

أعتقد أن سبب ذلك إلى حد كبير هو أن هناك فقط حفنة من الباحثين الذين حاولوا صنع نظريات حول الطريقة التى يمكن بها للماكينات أن تؤدى تفكيرا بالحس المشترك. ما الذى يفعله بدلا من ذلك كل أولئك الآلاف من الباحثين الآخرين فى الذكاء الاصطناعى؟ لدى انطباع بأنهم يهابون القيام بهجوم بالمواجهة على هذه المشكلة، وأنهم بدلا من ذلك يحاولون التوسع فى الطرائق التقليدية التى لاقت نجاحا فى بعض مشكلة تخصصية. ونتيجة ذلك هى تجميع لبعض بدع أرى أنها محاولات لا طائل منها لحل المشاكل؛ وعلى كل فإن التفكير بالحس المشترك مركب تركيبا بالغا بما يفوق قدرة تلك الطرائق القديمة على العمل به بالجودة الكافية.

هاكم أيضا البعض القليل من هذه المحاولات الأخرى، أحرز كل منها تقدما بالنسبة لبعض أنواع من المشاكل ولكنها فشلت فى إنشاء طرائق أكثر عمومية:

- "النماذج الإحصائية": كيف تفهم جملة نمطية ربما يكون لكل كلمة فيها معانى عديدة؟ إحدى طرائق التناول الشائعة هى أن نستخدم شيئا من الإحصائيات. لنفرض أننا قرأنا John picked up his pen. والآن، فإن كلمة Pen قد تعنى (أ) شيئا يكتب به، أو (ب) خم لخنزير أو (ج) الغلاف الداخلى القرنى لحبار. إذا كنا لا نعرف أى شيء آخر عن جون فإن (أ) ستكون الأكثر ترجيحا عن (ب)، و(ب) أكثر ترجيحا عن (ج). وإذا كنا نعرف عن جون أنه عالم بيولوجيا كثيرا مايجرى أبحاثا على رأسيات الأرجل ربما تكون (ج) عندها هى الأرجح. وإذا كنا نعرف عن جون أنه مزارع، يكون من المحتمل أن نختار (ب) لأن هذا له علاقة ارتباط أكبر، إلا أننا سيكون لدينا أيضا موضع خلاف، لأن معظم أخمام

الخنازير تكون أكبر من أن يلتقطها شخص واحد. يؤدى استخدام الإحصـــائيات اللغوية إلى ما ينبغى أن يتوقعه المرء تقريبا. وكلما وسعنا من كيـــان الأدلـــة، سيؤدى إلى خيارات تتزايد صحتها، ولكننا فى النهاية سنقترب من بعض حدود لا يمكن عندها التمييز بين المعانى البديلة، لأنها ستعتمد على سياقات بمقـــاييس أكبر كثيرا، كأن يكون ذلك مثلا إشارات مرجعية لنصوص أخرى.

- "الروبوتات شبيهة الحشرات": لعل أكثر البدع كلها تبذيرا هى بناء روبوتات بسيطة صغيرة تنتمى للعالم الواقعى، تتأسس فيما يحتمل على فكرة أن الحيـــوان لابـــد أن "يتعلم الزحف قبل أن يتمكن من المشى" (وهذا مثل شعبى هو ببســـاطة لا صـــدق فيه!). هكذا نرى الآن فى حشد من الجامعات أناسا يصنعون روبوتات تستطيع أن تتعلم المشى خلال حيز مملوء بالعقبات أو أن تكسب مباريات بسيطة ضد منافسين. وعلى أى حال، فى حدود ما أراه، فقد فشلت آلاف من هذه التجارب فى أن تنـــتج أفكارا جديدة مهمة لا يمكن الوصول إليها بتأمل فيه تفكير أعمق.

رأينا فى السنوات الأخيرة طرائق تناول أخرى قليلة نوعا، مثـــل الشـــبكات العصبية، والنظم الخبيرة المؤسسة على قواعـــد، والـــتعلم بالطريقـــة "البايزيـــة" Bayesian، ونماذج "ماركوف"، والمنطق الحملى، ونظريات التركيب، ومـــا إلـــى ذلك. معظم هذه المخططات يتأسس تقريبا على مفهوم أن كل ما يحتاجه المرء هو كمبيوتر كبير كبرا كافيا. لن أعرض هذه النظم هنا فيما عدا البرمجة الوراثية، التى يمكن أن تصبح واعدة أقصى الوعد، لو أمكننا التغلب على عيوبها.

- "البرمجة الوراثية": الفكرة الأساسية هنا هـــى ببســـاطة أن نحـــاكى التطـــور الداروينى: نبدأ ببعض برنامج معين، وإذا لم يحل لنا مشكلتنا، نصـــنع طفـــرة واحدة أو أكثر فى البرنامج ونحاول التجربة مرة أخرى. وبصورة أعم قد يكون من المفيد أيضا صنع مجموعة كبيرة من هذه البرامج كأنها عشـــيرة ســـكانية وتنظم منافسات فيما بينها. الفكرة فيها ما يغرى نتيجة أسباب قليلة إلى حد مـــا، أهمها أن هذه هى الطريقة التى تطور بها البشر، وبالتالى فنحن نعرف أنها، من حيث المبدأ، يمكن أن تنتج بعض أمور رائعة. على أى حال، فإن الفكرة جذابة

لأنها تطرح طريقة لحل المشاكل دون أى جهد من تخطيط أو تفكير. يحب الكثيرون من ممارسيها أن يصفوها بأنها طريقة تناول طازجة وغير مسبوقة، ولكنها تبدو لى وكأنها نسخة تولدت ثانية مما كان الباحثون الأوائل فى الذكاء الاصطناعى يحاولونه ثم نبذوه لأنه كان بطيئا بأكثر مما ينبغى. والآن، مع استخدام كمبيوترات أسرع بملايين المرات، فإن هذه المخططات للبحث تنجح سريعا فى بعض أنواع المشاكل. ولكن الأمر (الذى لم يلاحظه معظم الممارسين) هو أن بعضا من تلك الطرائق القديمة الطراز تنجح أيضا فى ذلك. ولاشك أن هناك أمل فى أننا عندما نجعل هذه البرامج أكبر، فإنها سوف تنمو لتحل مشاكل أصعب كثيرا، وهذه الفكرة أيضا قد انتشرت عبر العالم لتشغل آلاف من الطلبة والأفراد الآخرين. ولكننى سأحاول هنا أن أبين بإيجاز أنه على الرغم من أن التطور الداروينى أمر "طبيعى" فإن فيه أيضا بعض أخطاء خطيرة.

- "جينوماتنا لا تختزن أهدافا واضحة": أولا، التطور الداروينى ليس فيه موضع يضع فيه أهدافا، وبناء على ذلك ليس فيه موضع أيضا لأهداف فرعية. ويعنى هذا أن التطور الداروينى ليس مجهزا تجهيزا جيدا لأن يقسم المشاكل العويصة إلى أجزاء ويستخدم بعدها طرائق " فرق تسد". وبسبب هذا العيب لا يستطيع التطور أن يستغل تلك التكنيكات التى كان يمكن بغير ذلك أن تقلل من حجم عملية البحث التى تتنامى أسيا. (والحقيقة أن نظمنا البيولوجية قد اتخذت بعض خطوات فى فعل ذلك، عن طريق ابتكار ميكانزمات مثل صناديق تعيين الموضع[١٩] وغير ذلك من عناصر التحكم المتقنة فى التعبير الجينى). لو كانت الحيوانات قد طورت أولا طرائق واضحة لتمثل الأهداف، لنتج عن ذلك أن بعض الخطوات ربما تتحقق خلال أجيال معدودة بدلا من أن يلزم لتحققها الانتظار لملايين السنين. لقد استغرقنا مئات عديدة من ملايين السنين لنتطور من سلفنا من خلايا الخميرة؛ ولعل وجود مخطط تطورى أكثر انتظاما فى

(١٩) صناديق تحديد الموضع: مجموعة الجينات التى تنظم أوضاع محاور الجسم ومواضع أجزائه فى أثناء تنامى الجنين. (المترجم)

طبقاته كان سيؤدى إلى اختصار هذه الفترة لزمن أقل بعدة أمثال. ربما نكون على وشك أن نبتكر نحن أنفسنا بعض مخططات من هذا النوع. هناك أيضا القليل من البرامج التى تتمثل أهدافها، ربما مع استثناء ما يكون منها كتعليقات على شفرة (أو لغة) المصدر؛ وعلى أى حال فقد نشأت فئة من البرامج حوالى ١٩٦٠ بواسطة آلان نيوويل، وكليفورد شو وهربرتسيمون لها بالفعل ما هو واضح من الأهداف والأهداف الفرعية وأدت إلى حل بعض المشاكل المهمة. وقد أسموها "الحلال العام للمشاكل"؛ ومما يؤسف له أنها لم يسمع بها سوى قلة من المبرمجين الحاليين، ويواصل المبرمجون إعادة اختراعها وإن كان ذلك بأشكال أقل كثيرا فى قوتها ووضوحها.

- "جينوماتنا لا تمثل سجلات للفشل": ثانيا، التطور الداروينى ينتخب الحيوانات التى تبقى حية، ولكنه ليس لديه طرائق واضحة ليتذكر ما الذى سبب موت الحيوانات التى لم تبقى موجودة! وبالتالى، فإنه يستطيع أن يتعلم فقط طريقة التعامل مع أكثر أنواع الخطأ شيوعا. وهكذا، فإننا نستطيع أن نتوقع أن نوعا مثل الفئران سينمى أوجه سلوك معينة تفيدهم فى حماية أنفسهم مثلا من القطط والثعابين. إلا أنه لا يوجد أى نوع يستطيع أن يتعامل وراثيا مع عدد هائل من الأخطاء غير الشائعة. نستطيع ولا ريب أن نحاج بأن جيناتنا "تتذكر"، ولكن الجينات تختزن فحسب الحيل التى تجعل الكائنات تبقى موجودة، دون أى تسجيلات مطلقا لأسباب نجاح هذه الحيل، وبوجه خاص، ليس عند جيناتنا طريقة لتتذكر أعداد كبيرة من الأخطاء النادرة، وبالتالى فإن الحيوانات لا تستطيع أن ترث معرفة لأعداد كبيرة من الأخطاء. وسبب ذلك أن أى حيوان لديه فقط آلاف من الجينات. على أن المخ عندما يكون كبيرا بما يكفى يستطيع أن يتعلم ملايين كثيرة من الميمات[٢٠]. تتامى "الذكاء" فى الفرد من البشر يعتمد فى جزء كبير منه على تعلم تجنب كيان كبير من الأخطاء الشائعة، لو حدث

(٢٠) الميمات وحدات تمرير الثقافة من جيل إلى آخر مثلما تكون الجينات وحدات تمرير الصفات الوراثية. (المترجم)

له أن تتامى منغمسا فى ثقافة لها طرائق فعالة لتمرير أمــور كهــذه. وبهــذه الطريقة يستطيع كل جيل أن يمرر كتالوجات هائلة من الأخطاء المروعة التــى سببت موت أفراد آخرين. كلما صنع الواحد منا خطأ مهما، فإنــه يســتطيع أن يتذكر ألا يكرره أبدا - ويستطيع إخبار أصدقائه بذلك- وبالتالى تتمكن ثقافاتنــا من أن تنمو، لأن الأجيال الجديدة لن يكون عليها أن تبدأ ثانية من جديد.

الكمبيوترات والحس المشترك

الكمبيوتر حاليا أقوى ملايين المرات مما كانت عليه الكمبيوترات من ثلاثين سنة، ولكن البرامج والنظم التى تجريها الكمبيوترات لم تتغير بهذا القدر، على الأقل فيما يتعلق بجوانب معينة مهمة. والحقيقة أننا نرى الآن ارتدادا بمقياس كبير عــن نظم مثل ويندوز (النوافذ) - لأنها جد متصلبة ويصعب الحفاظ عليها - ويعود بنــا هذا الارتداد إلى نظام أبسط اسمه "يونكس" صمم فى ١٩٦٩. وعلى أى حال، ليس هذا هو السبب الرئيسى فى أن الكمبيوترات لا يبدو عليها أنها تغيرت.

الأمر الرئيسى الذى بقى كما هو، أن الكمبيوترات مازالت لا تعرف إلا القليــل عن عالمها. وعلى وجه الخصوص فإنها ليس لديها أى أفكار عن أهداف الناس الــذين يستخدمونها. وهذا هو السبب مثلا فى أن معظم البرامج ستموت كلما صنع مستخدموها أحد الأخطاء، سواء كان ذلك خطأ خطيرا فى التصور الذهنى أو مجرد خطأ فى طبــع حرف غير صحيح. وعلى أى حال، سيحدث ذات يوم أن يكون لدى الكمبيوترات أنواع من معرفة الحس المشترك التى يتشارك فيها معظمنا، ملايين من حقائق الحياة اليومية بشأن العالم ومن طرائق الحس المشترك فى التفكير بشأنها. هنــاك بعــض مشــاريع موجهة لذلك، على أنه بدلا من أن نستعرض الحالة البدائية لبرامجنا، دعنا نتصور مــا قد يحدث لو أنها نجحت. لو أنها تعلمت أن تفكر فى شأنها هــى أنفســها وأن تبتكــر طرائق جديدة لتحسين أنفسها، سيحدث عندها أن يتغير كل شىء نعرفه ولن نكون فــى حاجة قط للعمل ثانية (إذا استطعنا الاحتفاظ بتحكمنا فيها).

المفـردة

راى كيرزويل[٢١]

ندخل الآن فى عصر جديد. وأنا أسميه المفــردة. إنــه اندماج بين الذكاء البشرى وذكاء الماكينة مما ســيخلق شيئا أكبر من ذاته. إنه الطليعة الفعالة للتطــور فــوق كوكبنا. نستطيع عرض حجج قوية بأنه بالفعل طليعــة تطور الذكاء بوجه عام، لأنه ليس هناك ما يدل على أن هذا يحدث فى أى مكان آخر. وفى رأيى أن هذا هو كل ما تدور حوله الحضارة البشرية. إنه لجزء من قــدرنا، وجزء من قدر التطور، أن نواصل التقدم بسرعة تتزايد أبدا وأن ننمى قوة الذكاء نموا أسيا.

---

(٢١) راى كيرزويل مخترع ومدير مشروعات، وقد ظل لسنوات يعمل على زيادة القدرات التكنولوجيا فى مجال تخصصه فى إدراك النمط. وهو المطور الرئيسى لأول ماكينة لنظام حروف مطبعيــة شــامل للتمييز البصرى للحروف، وأول ماكينة للمكفوفين تحول الطباعة لكلام، وأول أداة مسح بجهاز شحن مقرون له قاعدة مسطحة، وأول جهاز للتركيب "من النص إلى الكلام"، وأول جهاز تركيب للموسيقى له القدرة على إعادة تخليق البيانو الكبير وغيره من آلات الأوركســترا، وأول نظــام كبيــر لتمييــز مفردات الكلام يتم تسويقه تجاريا. وقد تلقى فى ١٩٩٩ الميدالية القومية للتكنولوجيــا مــن الــرئيس كلينتون. وتم فى ٢٠٠٢ تنصيبه كعضو فى قاعة المشاهير من المخترعين القوميين بمكتب الولايات المتحدة لبراءات الاختراع". وقد ألف كتابى "عصر الماكينات الذكية " و"عصر الماكينات الروحانية".

ينبع اهتمامى بالمستقبل من اهتمامى بأن أكون مخترعا. كانت لدى الفكـرة بأن أكون مخترعا منذ كان عمرى خمس سنوات، وأدركت سـريعا أن علـى أن أحوز فكرة جيدة عن المستقبل إذا كنت أريد النجاح كمخترع. الأمر يشـبه نوعـا رياضة ركوب الأمواج؛ ينبغى أن نلحق بإحدى الموجات فى الوقت المناسب. مـع حلول الوقت الذى تنجز فيه شيئا، يكون العالم قد أصبح مكانا مختلفـا عمـا كأنـه عندما بدأت العمل. يفشل معظم المخترعين ليس بسـبب أنهـم لا يسـتطيعون أن يجعلوا شيئا ينجح وإنما بسبب أن القوى التمكينية للسوق لا تكون كلها فى الموضع الملائم فى الوقت الملائم.

هكذا أصبحت طالبا فى دراسة للاتجاهات التكنولوجيـة، وأنشـأت نمـاذج رياضية للطريقة التى تتطور بها التكنولوجيا فى مجالات مختلفة؛ مثل الكمبيوترات، والإلكترونيات عموما، وأجهزة تخزين الاتصالات، والتكنولوجيات البيولوجية مثل المسح الوراثى، والهندسى العكسية[٢٢] للمخ البشرى، والتصغير المنمنم للأحجـام، وحجم التكنولوجيا، وسرعة تغير النموذج الأساسى (البارادايم). أصبح لهذا الاهتمام بالاتجاهات حياته القائمة بذاتها، وأخذت أصنع خططا للبعض منها مسـتخدما مـا أسميه بأنه " قانون تعجيل المعاودة = Law of accelerating returns" وهو قانون أعتقد أنه فى الأساس من تطور التكنولوجيا. ألفت كتابـا فـى ثمانينيـات القـرن العشرين أسميته "عصر الماكينات الذكية"، كان بمثابة خارطة طريق لمـا سـتكون عليه سنوات التسعينيات من القرن العشرين والسنوات الباكرة من الألفية الثانية، وقد نجح الكتاب فى ذلك نجاحا جيدا إلى حد كبير. نقحـت الآن مـن هـذه النمـاذج الرياضية وأخذت أتفحص حقا ما الذى سيكون عليه القرن الحادى والعشرين. يتيح لى هذا أن أكون مبتكرا فى تكنولوجيات القرن الحادى والعشرين، لأن لدى مفهـوم لما ستكون عليه الأمـور فـى ٢٠١٠ و٢٠٢٠ و٢٠٣٠، بالنسـبة للتكنولوجيـا، والاتصالات، وحجم التكنولوجيا، ومعرفتنا بالمخ البشرى. لست قادرا بعد على أن

(٢٢) الهندسة العكسية هى تفكيك منتج منافس لمعرفة طريقة عمله وذلك مثلا بهدف إنتـاج نسـخ لـه أو تحسينه. (المترجم)

أخلق بالفعل هذه التكنولوجيات، ولكنى أستطيع الكتابة عنها. توصلت إلـــى رؤيـــة للمستقبل تخرج من هذه النماذج، وهى رؤية أعتقد أنها لها مصداقية نتيجة نـــوعين معا من الأسباب، أسباب نظرية وبسبب أنها أيضا تتوافق مع البيانـــات الإمبريقيـــة للقرن العشرين.

أحد الأمور التى لا يدركها الملاحظون إدراكا كاملا، والتى يفشـــل أفـــراد كثيرون فى وضعها موضع الاعتبار الوافى، وإن كانوا فيما عدا ذلك أفرادا عميقى التفكير، هو أن معدل التغير نفسه قد زادت سرعته. منذ قرون من السنوات لم يكن الناس يعتقدون أن العالم يتغير بأى حال. فأجدادهم قد عاشوا الحيـــاة نفســـها التـــى عاشوها، وهم يتوقعون لأحفادهم حياة مماثلة، وكان توقعهم هذا يتحقق إلـــى حـــد كبير. أما الآن فان من البديهيات أن الحياة تتغير وأن التكنولوجيا تؤثر فى طبيعـــة المجتمع. أما ما لم يفهم فهما كاملا فهو أن الســـنوات العشـــرين الأخيـــرة ليســـت بالمرشد الجيد للسنوات العشرين القادمة. نحن نضاعف فى كل عقد معدل ســـرعة تغير النموذج الأساسى، أو معدل سرعة التقدم. سوف يضاهى هذا بالفعل مقدار كل التقدم الذى صنعناه فى كل القرن العشرين، لأننا قد زدنا معدل السرعة إلـــى هـــذه الدرجة. يماثل ما حدث فى القرن العشرين مقدار ما سيحدث من تغير فى عشرين سنة بمعدل التغير الحالى. سنكون فى السنوات الخمس والعشرين التالية قد صـــنعنا تقدما بثلاثة أمثال التقدم الذى رأيناه فى القرن العشرين. سوف نصنع فـــى القـــرن الحادى والعشرين تقدما يقدر بعشرين ألف سنة، وهذا يقارب تغيرا تكنيكيـــا يزيـــد بألف مثل عما رأيناه فى القرن العشرين.

الحوسبة على وجه الخصوص تنمو نموا أسيا. الاتجاه الأسى الوحيد الـــذى يتنبه له الناس هو "قانون مور". ولكن قانون مور ليس إلا طريقة واحدة من طرائق جلب النمو الأسى إلى الكمبيوترات. يمكننا حسب قـــانون مـــور أن نضـــع كميـــة الضعف من الترانزيستورات فوق دائرة متكاملة كل ٢٤ شهرا. ولما كانـــت هـــذه أصغر، فإنها أيضا أسرع، وبالتالى فإن هذا يصل كما إلى أن يزيد القوة الحوســـبية بأربعة أمثال كل ١٢ شهرا. (الفهم الشائع بأن فترة القانون هى ١٨ شـــهرا لـــيس صحيحا وليس هو ما لاحظه مور أصلا).

الأمر الذى لا يدرك إدراكا كاملا هو أن قانون مور ليس أول نموذج أساسى يجلب النمو الأسى إلى الكمبيوترات وإنما هو الخامس. لدينا آلات حاسبة كهروميكانيكية، وكمبيوترات مؤسسة على الترحيل، وأنابيب مفرغة، وترانزيستورات. كلما استنفد أحد النماذج الأساسية وقوده، حل مكانه نموذج أساسى آخر. كانت هناك لفترة ما الأنابيب المفرغة المنكمشة، ثم انتهى بها الأمر إلى أننا لا يمكننا أن نجعلها فى حجم أصغر ثم تبقى محتفظة بالتفريغ، وهكذا أتت بعدها الترانزيستورات كطريقة تناول مختلفة تماما. ثار نقاش كثير حول أن قانون مورسوف يستنفد وقوده فيما يقرب من ١٢ عاما، لأنه بحلول ذلك الوقت سيكون عرض الترانزيستورات ذرات معدودة لا غير ولن نستطيع بعدها أن نكمشها لأصغر، وبالتالى فإن هذا النموذج الأساسى بالذات سوف يستنفد وقوده أيضا.

سنواصل بعدها السير إلى النموذج الأساسى السادس، وهو يماثل إلى حد كبير الحوسبة بأبعاد ثلاثية. نعيش فى عالم ثلاثى الأبعاد، وقد نظمت أمخاخنا فى أبعاد ثلاثة، ومن ثم فإن لنا أيضا أن نحوسب بأبعاد ثلاثة. يعالج المخ المعلومات باستخدام طريقة كهروكيميائية أبطأ من الإلكترونيات بعشرة ملايين مرة. ولكن المخ يعوض ذلك بأنه ثلاثى الأبعاد. تقوم كل الوصلات مابين العصبونات بالحوسبة فى وقت متزامن، وبهذا يكون لدينا ١٠٠ ترليون وحدة تواصل العمل فى الوقت نفسه. هذا هو الاتجاه الذى سنسير فيه. نجد فى وقتنا الحالى أن الرقائق وإن كانت كثيفة جدا، إلا أنها مسطحة. بعد ١٥ أو ٢٠ سنة من الآن ستكون الكمبيوترات على التوازى بكثافة وسوف تتأسس على نماذج مستلهمة بيولوجيا، سوف نصممها إلى حد كبير بواسطة فهمنا لطريقة عمل المخ.

هناك إدراك عام بأننا سيكون لدينا العتاد الحوسبى اللازم لإعادة خلق الذكاء البشرى خلال فترة زمنية وجيزة، سأقول إنها تقرب من عشرين سنة. أما الأمر الذى يثير خلافا أكثر فهو عما إذا كنا سنحوز البرمجيات اللازمة. يقر الراصدون بأننا ستكون لدينا كمبيوترات سريعة جدا لها القدرة نظريا على محاكاة المخ البشرى، ولكننا لا نعرف حقا كيف يعمل المخ، ولن نكون لدينا البرمجيات، أو

الطرائق، أو المعرفة لخلق ذكاء بالمستوى البشرى. وبدون هذا، سيكون ما لدينا هو مجرد آلة حاسبة سريعة.

على أن معرفتنا بطريقة عمل المخ تنمو هى أيضا نموا أسيا. تركيب المخ ليس بالتركيب اللانهائى. إنه كيان مركب جدا، لن نتوصل إلى فهم كلى له خلال عملية اختراق واحدة بسيطة، ولكننا نتقدم فى فهمنا لمبادئ تشغيل المخ بأكثر مما يدركه معظم الناس. تتنامى أسيا تكنولوجيا مسح المخ البشرى؛ كما تتنامى قدرتنا على أن نرى بالفعل أنماط التوصيلات الداخلية، ونحن ننشىء المزيد والمزيد من النماذج الرياضية التفصيلية للعصبونات البيولوجية. لدينا بالفعل نماذج رياضية تفصيلية جدا لعشرات عديدة من مناطق المخ البشرى، وطريقة عملها، وقد أعدنا تخليق مناهجها باستخدام الحوسبة التقليدية. وخرجت لنا نتائج من هذه النماذج التخليقية لمناطق المخ التى أعيدت هندستها أو أعيد تجهيزها تضاهى المخ البشرى مضاهاة دقيقة جدا.

نحن أيضا نصنع إحلالا لأجزاء المخ التى تتحلل أو تتوقف عن العمل بسبب أوجه عجز أو مرض. هناك عمليات زراعة أعصاب لمرض باركنسون وعمليات زرع لقوقعة الأذن فى حالة الصمم. ثمة جيل جديد بازغ من هذه القواقع للزرع يوفر ألف درجة من الوضوح فى الترددات، سوف تتيح للأفراد الصم أن يسمعوا الموسيقى لأول مرة. تحل العصبونات المزروعة فى مرض باركنسون محل عصبونات قشرة المخ التى دمرها المرض. وبالتالى فقد أوضحنا أن من الممكن فهم مناطق للمخ البشرى والجهاز العصبى وأن نعيد تجهيز هذه المناطق بواسطة حوسبة تقليدية إلكترونية تتفاعل مع المخ وتؤدى تلك الوظائف.

إذا تابعنا هذه التطورات واستنبطنا ما فيها من رياضيات، سيكون السيناريو الذى نتحدث به متحفظا إذا قلنا إننا خلال ثلاثين سنة – أو ربما خلال زمن أسرع كثيرا – سيكون لدينا خريطة كاملة للمخ البشرى، وستكون لدينا نماذج رياضية كاملة عن طريقة عمل كل منطقة، وسوف نتمكن من إعادة تنفيذ طرائق المخ البشرى، التى تختلف تماما عن طرائق كثيرة مما يستخدم فى الذكاء الاصطناعى

المعاصر. ولكنها تماثل الطرائق المستخدمة فى المجال الخاص بى، مجـــال إدراك النمط، وهو أحد القدرات الأساسية للمخ البشرى. مازلنا لا نستطيع التفكير بالسرعة الكافية لأن نحلل المواقف المنطقية تحليلا سريعا، وبالتالى فإننا نعتمد على قـــدرتنا على التعرف على النمط. سوف نتمكن خلال ثلاثين عاما من تخليق ذكـــاء غيـــر بيولوجى يقبل المقارنة بالذكاء البشرى.

سيكون عملنا أن نوفر له طريقة للتعليم، بما يماثل تماما ما يجرى فى النظام البيولوجى، ولكننا هنا نستطيع أن نحشد بعض مزايا ذكاء الماكينة. بمجرد أن تتقن إحدى الماكينات مهارات معينة، فإنها تستطيع عندها تطبيق هذه المهارات بســـرعة ودقة أكبر كثيرا مما عند البشر غير المدعومين بها. يستطيع كمبيوتر ثمنه ١٠٠٠ دولار أن يتذكر بليون من الأشياء بدقة - بينما يعانى أغلبنا من صعوبة فى تـــذكر حفنة من أرقام التليفونات. الماكينات بمجرد أن تتعلم شيئا، فإنها تستطيع أيضـــا أن تشرك الماكينات الأخرى فى معرفتها هذه. ليس لدينا منافذ سريعة للنقل بالتحميـــل على مستوى أنماط التوصيل ما بين العصبونات ومستوى ما لدينا مـــن تركيـــزات للمواد الناقلة العصبية، وبالتالى فنحن وحسب لا نستطيع نقل المعرفة تحميليا. فأنـــا لا أستطيع أن آخذ معرفتى بالفرنسية وأنقلها بالتحميل إليك، أما الماكينات فتستطيع أن تتشارك إحداها مع الأخرى فى أنماط معرفتها. نستطيع أن نعلم الماكينات بعملية تكون أسرع مئات أو آلاف المرات من العمليات المماثلة فى البشر. تستطيع عملية كهذه أن توفر لإحدى الماكينات تعليم عشرين سنة بالمستوى البشرى وذلك فى فترة ربما تكون من أسابيع أو أيام معدودة، ثم تستطيع تلك الماكينـــات التشـــارك فيمـــا تعرفه.

الدلالة الأساسية لكل هذا هو دعم ذكائنا البشرى. سوف نصل إلى أن نضـــع هذه الماكينات داخل أمخاخنا. بدأنا الآن نفعل ذلك، فى أفراد لديهم مشـــاكل طبيـــة وأوجه عجز شديدة، ولكن هذا سيحدث فى النهاية لنا كلنا. سنتمكن بغير جراحة من أن ندخل ماكينات مهندسة نانويا داخل تيار الدم وتستطيع هذه الماكينات أن تمر من خلال الشعيرات الدموية للمخ. هذه الروبوتات الذكية الدقيقة الحجم أو "النانوبوتات"

التى فى حجم خلية الدم، سوف تكون قادرة بالفعل على الذهاب إلى المخ وعلى التفاعل مع العصبونات البيولوجية. تمت بالفعل البرهنة علميا على أن من الممكن أساسا أن يحدث التواصل فى كلا الاتجاهين بين الأجهزة الإلكترونية والعصبونات البيولوجية.

أحد تطبيقات إرسال بلايين النانوبوتات داخل المخ هى الانغماس الكامل فى الواقع الخائلى. عندما تريد أن تكون موجودا فى الواقع الحقيقى، ستظل النانوبوتات قابعة وهى لا تفعل شيئا، أما إذا أردت أن تمضى داخل الواقع الخائلى، ستوقف النانوبوتات الإشارات الآتية من حواسبنا الحقيقية وتضع محلها الإشارات التى سنتلقاها إن كنا فى البيئة الخائلية. يستطيع الواحد منا أن يذهب إلى هناك مع أفراد آخرين؛ ويستطيع أن ينال كل شيء ابتداء من لقاءات جنس وإثارة حسية ووصولا إلى مفاوضات أعمال مالية فى انغماس كامل ببيئات واقع خائلى تشمل كل الحواس. سيعرض الناس على "ويب" تيارهم الخاص من الخبرات الحسية هى وما يتعلق عصبيا بانفعالاتهم، بمثل الطريقة التى يعرضون بها الآن صورا من "كامات ويب"[٢٣] فى غرف معيشتهم ونومهم. سوف يمكننا هذا من أن يثبت الواحد منا قابسه ليمارس بالفعل ما يبدو به الأمر عندما يكون الواحد شخصا آخر، بما فى ذلك تفاعلاته الانفعالية، بمثل مفهوم الحبكة فى رواية "أن تكون جون مالكوفتش". لايلزم عليك فى الواقع الخائلى أن تكون الشخص نفسه. تستطيع أن تكون شخصا آخر؛ تستطيع أن تعرض نفسك كشخص آخر. أهم أمر هو، أننا سنتمكن من دعم ذكاءنا البيولوجى بذكاء غير بيولوجى عن طريق توصيلات حميمة. لا يعنى هذا أنه ستكون هناك مجرد أنبوبة رقيقة واحدة بين المخ والنظام غير البيولوجى وإنما يعنى أن يكون هناك بالفعل ذكاء غير بيولوجى فى بلايين من الأماكن المختلفة بالمخ. لست أدرى شيئا عما يوده القارئ، ولكنى أود أن أقرأ كتبا كثيرة، وهناك مواقع كثيرة على ويب أود زيارتها، إلا أننى أجد أن عرض نطاق[٢٤] العقل عندى فيه قيد

---

(٢٣) الكام: اختصار الكلمات الإنجليزية التى تعنى إنتاجا مصنعا بمساعدة الكمبيوتر. (المترجم)

(٢٤) عرض النطاق: سعة الإرسال (أو الاستقبال) فى قناة اتصال. (المترجم)

على. وبالتالى فبدلا من أن يكون لدينا مجرد ١٠٠ تريليون وصلة، سيكون لدينا فى النهاية مائة تريليون لمليون مرة. سوف نتمكن من دعم قـدراتنا المعرفيـة لإدراك النمط دعما هائلا، ونتمكن من التفكير بأسرع، وأن ننقل المعرفة بالتحميل.

لو تابعنا هذه الاتجاهات لأبعد، سنصل إلى نقطة حيث يحدث التغير بمعـدل سريع جدا حتى يظهر ما يبدو كتفجر فى قماشة التاريخ البشرى. يشير بعض الناس إلى هذا على أنه "مفردة"[٢٥]. وهذا مصطلح مستعار من الفيزياء، ويعنى نقطة من كثافة وطاقة لانهائيتين هى نوع من تفجر فى قماشة الزمكان. وهى تطبق هنا على التاريخ البشرى كقياس بالتمثيل، مع النقطة التـى يكـون عنـدها معـدل التقـدم التكنولوجى بالغ السرعة حتى يبدو كتفجر فى قماشة التاريخ البشرى. من المستحيل فى الفيزياء أن نرى ما وراء المفردة، الأمر الذى يخلق حدا للحدث، وقد افتـرض بعض الأفراد أنه سيكون من المستحيل وضع خواص للحياة البشرية بعد المفـردة. سؤالى هو، "ما الذى ستبدو الحياة البشرية عليه بعد المفردة؟" وأنا أتنبأ بأن المفردة ستحدث فى وقت ما يسبق مباشرة منتصف القرن الحادى والعشرين.

يطرح الكثير مما لدينا من المفاهيم عن طبيعة الحياة البشرية - مثل مـدى طول العمر - أن لدينا قدرة محدودة ككيانات مفكرة بيولوجية. ستخضع هذه المفاهيم كلها لتغير له قدره فى أثناء اندماجنا اندماجا أساسيا مع تكنولوجيتنا. لقد اسـتغرقت فترة من الزمن ليحيط عقلى بهذه القضايا. انهيت كتابى "عصر الماكينات الذكيـة" بمدى طيف الماكينات التى يضاهى ذكاؤها البشر فى بعـض زمـن بـين ٢٠٢٠ و ٢٠٥٠، ولم أغير تغييرا أساسيا من رأى حول هذا الإطار الزمنى، وإن كنت قـد تخليت عن رأيى بأن هذا المدى للطيف نهائى. ألفت كتابا بعد ذلك بعشرة أعوام هو "عصر الماكينات الروحانية"، وفيه أخذت أنظر إلى ما ستبدو عليـه الحيـاة عنـد تجاوز الماكينات لنقطة إمكان منافستنا. أحاول الآن النظر فيما سيعنيه ذلك بالنسبة للمجتمع البشرى.

---

(٢٥) المفردة هنا تشبيه بمفردة الانفجار الكبير الذى يبدأ به الكون نتيجة التركز فى نقطة من كثافة وطاقـة لانهائيتين. (المترجم)

أحد الأمور التى يجب أن نبقيها فى ذهننا هو أن الذكاء البيولوجى الفطرى ذكاء ثابت. لدينا فى الجنس البشرى ١٠^٢٦ عملية حسابية فى كل ثانية (بما يقرب من ١٠ بليون من الأمخاخ البشرية، كل واحد منها فيه ما يقرب من ١٠٠ بليون عصبون، بمتوسط انتشار ١٠٠٠ وصلة لكل عصبون، وكل وصلة لها قدرة على ما يقرب من ٢٠٠ عملية حسابية لكل ثانية). سنجد بعد خمسين سنة من الآن أن الذكاء البيولوجى البشرى لايزال بنفس القدر كميا. أما ذكاء الآلة فإنه ينمو أسيا، وهو الآن أقل بمليون مرة عن هذا الرقم البيولوجى. وبالتالى، فإنه على الرغم من أن الذكاء البشرى مازال مسيطرا، ستكون هناك نقطة تلاقى عند حوالى ٢٠٣٠، ثم يستمر الذكاء غير البيولوجى فى الزيادة أسيا.

يؤدى هذا ببعض الناس إلى التساؤل عن الطريقة التى نستطيع بها معرفة أن هناك نوعا آخر أو كيانا آخر أذكى مما نحن عليه. أليست المعرفة تحصيل حاصل؟ كيف يمكننا أن نعرف أكثر مما نعرفه بالفعل؟ من الذى سيعرف ذلك إلا إيانا؟

إحدى الإجابات هى أننا لا نريد أى دعم ولا نريد أن تكون لنا نانوبوتات. يقول الكثير من الأفراد إنهم يريدون فحسب أن يبقى كل واحد منهم كشخص بيولوجى. ولكن ماذا ستبدو عليه المفردة بالنسبة للناس الذين يريدون أن يبقوا بيولوجيين؟ الإجابة هى أنهم فى الحقيقة لن يلحظوا وجودها، فيما عدا حقيقة أن ذكاء الماكينة سيبدو للبشر البيولوجيين وكأنه خادم لهم من نوع متعالى. ستبدو هذه الماكينات ودودة جدا، وترعى كل احتياجاتنا. على أن ذلك بشرط أن تلك الخدمة التى تفى بكل الاحتياجات المادية والعاطفية للبشر البيولوجيين تشكل فحسب جزءا صغيرا جدا من المنتج العقلى للعنصر غير البيولوجى لحضارتنا. ومن ثم، فإن هناك أمورا كثيرة لن يلحظها البشر البيولوجيون.

لدينا هنا مستويان لاعتبار الأمر. أحدهما أنه على المستوى الاقتصادى، يكون المنتج العقلى هو المعيار الأساسى. نحن نقترب بالفعل من النقطة التى تكون فيها المعلومات هى الشىء الوحيد الذى له قيمة. المعلومات لها قيمة لدرجة أنها تعكس معرفة وليس مجرد بيانات خام. ومثلا، فإن الساعة، والكاميرا، ومسجل

الشرائط أشياء فيزيقية، إلا أن قيمتها الحقيقية هى فى المعلومات التى تدخل فى تصميمها: تصميم ما فيها من رقائق، والبرمجيات التى تستخدم فى ابتكارها وتصنيعها. لا تساوى المواد الخام الفعلية إلا قروشا معدودة، فهى حفنة من رمال وبعض معادن وما إلى ذلك، ولكن هذه المنتجات لها قيمتها بسبب كل المعرفة التى دخلت فى تخليقها. كما أن عنصر المعرفة فى المنتجات والخدمات عنصر من خط مقارب[٢٦] يتجه لنسبة مائة فى المائة. عندما يأتى زمن وصولنا إلى ٢٠٣٠، سيكون أساسا خطا مقاربا بمائة فى المائة. سنتمكن من خلال توليف النانوتكنولوجيا والذكاء الاصطناعى من أن نخلق فى الواقع أى منتج فيزيقى وأن نفى بكل احتياجاتنا المادية. عندما تصبح كل الأشياء برمجيات ومعلومات، تصير المسألة مجرد نقل بالتحميل للبرمجيات المناسبة، وقد أصبحنا بالفعل قريبين من ذلك إلى حد كبير.

أما على المستوى الروحانى، فإن قضية ما يكونه الوعى قضية مهمة أيضا. سيكون لدينا بحلول ٢٠٣٠ كيانات تبدو واعية وسوف تزعم أن لديها مشاعر. لدينا الآن كيانات - شخصيات فى أفلام فيديو أولادنا مثلا - تستطيع أن تزعم مزاعم تشبه ذلك، ولكنها مزاعم ليست جد مقنعة. فهذه كيانات برمجيات لاتزال أبسط بمليون مرة عن المخ البشرى. لن يكون الحال هكذا فى ٢٠٣٠. ولنقل مثلا إننا سنلاقى فى الواقع الخائلى شخصا آخر يبدو مشابها تماما للإنسان ولكن لا يوجد إنسان بشرى من ورائه، إنه بالكامل ذكاء اصطناعى يعرض شكلا مشابها للإنسان فى الواقع الخائلى، أو هو حتى صورة لشبه الإنسان فى الواقع الحقيقى تستخدم تكنولوجيا روبوتية لشكل بشرى. ستبدو هذه الكيانات وكأنها بشرية. لن تكون أبسط بمليون مرة عن البشر؛ ستكون مركبة مثل البشر. ستكون لديها كل الإشارات الرهيفة لكونها من البشر. ستكون قادرة على أن تجلس ها هنا وأن تجرى معها مقابلة وتكون مقنعة بالضبط مثل الإنسان، ومركبة بالضبط مثله، ومثيرة للاهتمام مثله بالضبط. وعندما تزعم أنها غاضبة أو سعيدة، ستكون مقنعة فى ذلك بما يماثل بالضبط إنسانا عندما يزعم تلك المزاعم.

---

(٢٦) الخط المقارب فى الرياضة يقترب باستمرار من منحنى ولكنه لا يلتقى به أبدا. (المترجم)

نصل عند هذه النقطة إلى قضية فلسفية عميقة. هل مثل هذا الكيان هو مجرد محاكاة بارعة جدا بالدرجة الكافية لخداعنا، أو أنه له وعى حقا بالطريقة التى نفترض بها أن الناس الآخرين واعون؟ فى رأى الشخصى أنه لا توجد طريقة حقيقية لاختبار ذلك علميا. ليست هناك ماكينة يمكننا أن نزلق هذا الكيان داخلها، ويكون فيها ضوء أخضر ينير ويقول "حسن، هذا كيان له وعى"، أو "هذا كيان لا وعى له". يمكننا صنع هذه الماكينة، ولكنها ستكون لديها افتراضات فلسفية مبنية من داخلها. سيقول بعض الفلاسفة إنه ما لم يكن لدى هذا الكيان نبضات تتبجس من خلال ناقلات عصبية بيولوجية، فإنها لن تكون واعية، أو إنه ما لم تكن إنسانا بيولوجيا له أم وأب بيولوجيان، فإنها لن تكون واعية. على أن الوعى سيصبح مسألة جدل فلسفى؛ إنه غير قابل للحل علميا.

الثورة الكبيرة التالية - الثورة التى ستؤثر فينا تأثيرا فوريا - هى التكنولوجيا البيولوجية، لأننا قد دمجنا المعرفة البيولوجية مع معالجة المعلومات. نحن فى الأطوار المبكرة من فهم عمليات الحياة وعمليات المرضى عن طريق فهم الجينوم والطريقة التى يعبر بها الجينوم عن نفسه فى بروتينات. سوف نجد عندنا هناك منحدرا زلقا وأنه لا يوجد تحديد واضح لوقت بدء الحياة، وقد كان هذا أمرا واضحا طول الوقت. ظل أفراد كل جانب من جانبى النزاع حول الإجهاض يخافون من أن يفلت منهم أحد طرفى هذا النزاع: طرف بأن الحياة تبدأ بالحمل، أو طرف بأن الحياة تبدأ بالميلاد. وهم لا يريدون إفلات هذين الطرفين لأنهم يدركون أن الأمر كله منحدر زلق تماما يمتد من أحد الطرفين لآخر. بل إننا سنجعله حتى أكثر انزلاقا. سوف نتمكن من تخليق خلايا جذع دون أن نمر بالفعل مطلقا بمرحلة البويضة المخصبة. ما الفارق بين خلية جلد يحوى كل الجينوم، وبين البويضة المخصبة؟ الفارق الوحيد هو بعض بروتينات فى البويضة وبعض عوامل لإرسال الإشارات لا نفهمها بعد فهما كاملا، هى أساسا بروتينات (من الواضح أن جزيئات صغيرة من رنا RNA تلعب هنا دورا كبيرا). سنصل إلى نقطة نتمكن عندها من أن نأخذ بعض مزيج بروتينى - هو مجرد حزمة من الكيماويات ومن الواضح أنها ليست إنسانا - ونضيف له خلية جلد لنخلق بويضة مخصبة يمكننا بعدها أن نجعلها تتمايز فى التو

إلى أى نوع من خلايا الجسد. عندما أفرك يدى معا وأنفض بعيدا آلافا من خلايا الجلد، فأنا عندها أدمر آلافا من أفراد بشر محتملين. لن يوجد أى حد فاصل واضح.

هذه طريقه أخرى لأن نقول إن العلم والتكنولوجيا ستجد طريقا للالتفاف حول النزاع. سوف نتمكن فى المستقبل من تنفيذ استنسال (استنساخ) علاجى، وهذه تكنولوجيا مهمة جدا، ونتفادى بالكامل مفهوم الجنين. سنكون قادرين على أخذ خلايا جلدية لنخلق منها كل الخلايا التى نحتاجها، بطريقة مباشرة إلى حد كبير، دون أن نستعمل قط جنينا. حدثت أوجه تقدم مهمة فى أداء ذلك فى العام الماضى لا غير: تمكن العلماء من أن يحولوا مباشرة الخلايا الجلدية إلى خلايا المناعة وخلايا عصبية دون استخدام الاستنسال أو خلايا جذع جنينية.

نحن لسنا ببعيدين كل البعد عن أن نكون قادرين على تخليق خلايا جديدة. وكمثل، يبلغ عمرى الآن أربعة وخمسين، ولكنى سأتمكن بواسطة ما لدى من دنا من أن أخلق خلايا قلب لرجل يبلغ عمره الخامسة والعشرين، وسأتمكن من أن أجعل هذه الخلايا تحل محل قلبى دون جراحة وإنما بمجرد إرسالها خلال تيار دمى. سوف تتخذ مستقرها فى القلب، وبالتالى سيكون لدى فى أول الأمر قلب فيه نسبة واحد فى المائة من الخلايا صغيرة السن و٩٩ فى المائة من الخلايا الأكبر سنا. ولكنى عندما أواصل فعل ذلك يوميا، سيكون قلبى بعد سنة مكونا من ٩٩ فى المائة من الخلايا صغيرة السن. نستطيع فى النهاية عن طريق هذا النوع من العلاج أن نجدد خلايا كل الأنسجة والأعضاء فى الجسم. هذا أمر لن يحدث غدا، ولكن هذا هو نوع العمليات الثورية التى وصلنا إلى حافتها.

لو نظرنا أمر مدى طول العمر البشرى - وهذا فيه اتجاه أسى آخر - سنلاحظ أنه كانت تضاف أيام معدودة سنويا إلى العمر المتوقع للإنسان فى القرن الثامن عشر. ثم أصبح يضاف أسابيع معدودة سنويا فى القرن التاسع عشر، أما الآن فنحن نضيف ما يزيد عن مائة يوم سنويا بسبب كل تلك الأوجه من التقدم التى ستظل مستمرة فى تسارع عجلتها. يشعر الكثيرون من الراصدين العارفين، بما فيهم أنا نفسى، بأننا خلال عشر سنوات سوف نضيف ما يزيد عن سنة سنويا إلى

العمر المتوقع. وبالتالى فإننا كلما وصلنا لسن أكبر، يتسع مدى العمر المتوقع للإنسان بمعدل أسرع من تقدمنا فى العمر. لو أمكننا أن نثابر باقين ها هنا سيكون جيلنا عند الحافة مباشرة. سيكون علينا أن نرعى أحوالنا الصحية لبعض زمن بالأسلوب القديم، حتى لا نكون آخر جيل يموت قبل الأوان. إلا أنه بحلول الوقت الذى يصل فيه عمر أطفالنا إلى الثلاثين أو الأربعين، ستكون تلك التكنولوجيات قد بلغت درجة من التقدم بحيث إن العمر المتوقع للإنسان سيزيد زيادة هائلة.

هناك أيضا تلك القضية الأساسية عما إذا كانت النزاعات الأخلاقية ستؤدى إلى توقف هذه التطورات التى أتحدث عنها. ستكون الأمور على أفضل ما يكون لو كان لدينا هذه النماذج والاتجاهات الرياضية، ولكن السؤال هو، هل سيحدث أن نصطدم بجدار مسدود لأن الناس لسبب أو لآخر سوف يوقفون نمو هذا التطور الذى يتواصل أسيا، عن طريق الحرب ضده أو عن طريق النزاعات الأخلاقية من نوع الخلاف الذى يدور حول الخلايا الجذعية؟

أعتقد اعتقادا قويا أن هذا لن يحدث. النزاعات الأخلاقية تشبه حجارة فى جدول. ستواصل المياه جريانها من حولها. لم يحدث أن رأينا أى تكنولوجيات حيوية وقد توقفت عن السير بواسطة أى من هذه النزاعات، ولو لأسبوع واحد. سيكون علينا إلى حد ما أن نجد سبلا أخرى لندور حول بعض القيود، ولكن هناك الكثير جدا من التطورات التى تواصل الطريق. هناك عشرات من الأفكار المثيرة جدا تدور حول طريقة استخدام معلومات الجينوم ومعلومات البروتيوم. وعلى الرغم من أن الخلافات قد تلتصق بإحدى الأفكار هنا أو هناك، فإن هناك نهرا يتدفق بأوجه التقدم - ذلك أن صميم مفهوم التقدم التكنولوجى مغروس غرسا عميقا فى مجتمعنا - وهذه حقيقه ملحة هائلة. أنا موافق على وجود مخاطر، ولكن ليس من المحتمل أن يتوقف التقدم المتسارع للتكنولوجيا إلا لو استخدم لذلك سيناريو لحكومة شمولية مثلما ورد فى رواية "عالم شجاع جديد"[٢٧] حيث تستخدم التكنولوجيا لحظر أى نمو تكنولوجى.

---

(٢٧) رواية خيال علمى ألفها ألدوس هكسلى الإنجليزى (١٨٩٤ - ١٩٦٣) عن نظام دكتاتورى يسيطر على الشعب بتكنولوجيا العقاقير والإعلام. (المترجم)

أتحدث عن أنواع من السيناريو ستحدث بعد ما يقرب من عشرين أو ثلاثين سنة من الآن لن تكون نشأتها بسبب أن هناك معمل ما قابع هناك حيث يخلق في إحدى الماكينات ذكاء بالمستوى البشرى. وإنما تحدث هذه السيناريوهات لأن هذه هى النتيجة الحتمية لآلاف من الخطوات الصغيرة. وكل خطوة صغيرة منها هى خطوة متحفظة، غير راديكالية، ولها معنى بكمال محكم. وكل خطوة هى مجرد الجيل التالى فى منتجات لشركة ما. وعندما نأخذ الآلاف من تلك الخطوات الصغيرة - التى تحدث بمعدل أسرع وأسرع - ينتهى بنا الأمر إلى تغيرات ملحوظة بعد عشرة أو عشرين أو ثلاثين عاما من الآن. يعمل بيل جوى كبيرا لعلماء شركة "سن ميكروسيستمز"، ومع كل ما يبديه من أوجه قلق مشروعة إلا أننا لم نسمع أن شركته تقول إن الدلالات المستقبلية لهذه التكنولوجيات تتصف بالخطر لدرجة أن الشركة ستوقف تخليق الشبكات الأكثر ذكاء والكمبيوترات الأكثر قوة. ليس فى استطاعة شركة سن أن تتوقف. لا توجد شركة تستطيع التوقف، لأنها عندها ستخرج من نطاق أعمال المال. ها هنا حقيقة اقتصادية ملحة إلحاحا هائلا.

هناك أيضا حقيقة أخلاقية ملحة إلحاحا عظيما. لايزال يوجد الملايين بل البلايين من الناس الذين يعانون من المرض والفقر، ولدينا الفرصة للتغلب على هذه المشاكل من خلال أوجه التقدم التكنولوجية. لن نستطيع أن نخبر ملايين الأفراد الذين يعانون من السرطان أننا عل وشك إنجاز نجاحات مخترقة عظيمة سوف تنقذهم من السرطان، إلا أننا سنوقف كل ذلك لأن الإرهابيين ربما سيستخدمون المعرفة نفسها لتخليق جرثومة مرضية مهندسة بيولوجيا. سيكون للمصادرة هكذا جانب له مصداقيته كعامل يثير القلق، ولكننا لن نتوقف. يوجد فى مجتمعنا إيمان هائل بالفوائد الناتجة عن تواصل التقدم الاقتصادى والتكنولوجى. ومع ذلك يظل يثار بالفعل السؤال عن مخاطر هذه التكنولوجيات. وأنا أوافق على أننا نحتاج لتركيز انتباهنا فى أن نتعامل على وجه التحديد مع سيناريوهات الخطر هذه. وفى رأيى الشخصى أنها التحدى الرئيسى للقرن الحادى والعشرين.

يوجد جانب آخر فى كل هذه التغيرات وهى أنها تجبرنا على إعادة تقييم مفهومنا عما يعنيه أن نكون بشرا. ثمة اعتراض عام بالنسبة لتقدم التكنولوجيا

ودلالاته فيما يتعلق بالبشرية. وهو يجرى كالتالى: سيكون لدينا كمبيوترات قوية جدا، ولكننا لم نحل مشكلة البرمجيات، وكنتيجة لأن البرمجيات أمر مركب إلى حد لا يصدق، فإننا لا نستطيع التحكم فيها. سأرد على هذا الاعتراض بأن أقول إن البرمجيات المطلوبة لمحاكاة الذكاء البشرى أصبحت بالفعل من الأمور التي لا تتجاوز قدرتنا الحالية. علينا أن نستخدم تكنيكات مختلفة - طرائق مختلفة من تنظيم ذاتى - تلهمنا بها البيولوجيا. نعم، إن المخ معقد، ولكنه ليس بالمعقد إلى تلك الدرجة. علينا أن نبقى فى الذهن أنه يتميز بوجود جينوم له فحسب ٢٣ مليون بايتة. الجينوم فيه ٦ بلايين بتة - أى ٨٠٠ مليون بايتة - وهذا فيه قدر هائل من الحشو. هناك تتابع طويل نوعا يسمى "آلو" Alu يتكرر ٣٠٠٠٠٠ مرة. لو استخدمنا الضغط التقليدى للبيانات التى على الجينوم، سنحصل على ما يقرب من ٢٣ مليون بايتة (وهذا جزء صغير من حجم "ميكروسوفت وورد" (= كلمة ميكروسوفت)، أى أنه بمستوى من التركب يمكننا أن نتعامل معه. ولكننا لم نجر بعد تحليل هندسة عكسية لهذه المعلومات، أى أننا لا نفهم بعد مبادئ تشغيل المخ البشرى.

لعل القارئ سيتساءل كيف لشيء به ٢٣ مليون بايتة أن يتمكن من تخليق مخ بشرى هو معقد أكثر منه هو نفسه بمليون مرة. ليس من الصعب فهم ذلك. الجينوم يخلق عملية من توصيلات فى منطقة من المخ البشرى تتضمن الكثير من العشوائية. وبعدها حين يصبح الجنين وليدا ويأخذ فى التفاعل مع عالم معقد جدا، تحدث عملية تطورية داخل المخ تموت فيها الكثير من الوصلات، ويتدعم البعض الآخر، ويتم تنظيمه ذاتيا ليتمثل ماله معنى من المعرفة والمهارات. هذا نظام بارع جدا، ونحن لا نفهمه بعد، ولكننا سوف نفهمه، لأنه ليس على مستوى من التركب يتجاوز ما نقدر عليه من الهندسة.

فى رأيى الشخصى أن هناك شيئا خاصا فيما يتعلق بالبشر يختلف عما نراه فى أى من الحيوانات الأخرى. أصبحنا بصدفة من التطور، أول نوع يصير قادرا على خلق التكنولوجيا. الواقع أنه كان هناك أنواع أخرى، ولكننا النوع الوحيد الذى

بقى حيا فى هذا الموقع الإيكولوجى. لقد ولفنا بين ملكة عقلانيـــة، والقــدرة علـــى التفكير منطقيا، وخلق التجريدات، وخلق نماذج للعالم فى عقولنا الخاصة، والـــتحكم فى العالم. لدينا إبهام يقابل باقى الأصابع، بحيث أمكننا خلق التكنولوجيـــا، ولكـــن التكنولوجيا ليست مجرد أدوات. تستخدم الحيوانات الأخرى أدوات بدائيـــة. وجـــه الاختلاف هو وجود كيان للمعرفة يتغير ويتطور من جيل للآخر. المعرفـــة التـــى يحوزها النوع البشرى هى اتجاه آخر من تلك الاتجاهات الأسية.

نحن نستخدم إحدى مراحل التكنولوجيا لتخليق المرحلة التالية، وهـــذا هـــو السبب فى تسارع عجلة التكنولوجيا، والسبب فى تنامى قوتها. يحدث الآن مثلا أن مصمم الكمبيوتر لديه أدوات تصميم لنظام الكمبيوتر ذات قوة هائلة من أجل خلـــق الكمبيوترات، بحيث إنها تستطيع فى يومين اثنين خلق نظام بالغ التركـــب ويمكـــن تحقيقه كله فى زمن سريع جدا. أما مصممى أجهزة الكمبيوتر الأوائل فقـــد كـــان عليهم أن يرسموها كلها بالفعل باستخدام القلم والورق. يخلق كل جيل من الأدوات القدرة على خلق الجيل التالى.

هكذا فإن التكنولوجيا نفسها عملية تطورية أسية، استمرار للتطور البيولوجى الذى خلق البشرية فى المكان الأول. التطور البيولوجى قد تطور بأســـلوب أســـى. أدى كل طور منه إلى خلق أدوات أكثر قوة للطور التالى، وبالتالى فإنـــه إذ خلـــق التطور البيولوجى حمض دنا أصبح لديه عندها وسيلة لحفظ سجلات تجاربه بحيث يمكن للتطور أن يستمر بسرعة أكبر. وكنتيجة لذلك لم يبق الانفجار الكمبـــرى إلا لعشرات قليلة من ملايين السنين، فى حين استغرقت المرحلة الأولـــى – مرحلـــة تخليق دنا والخلايا الأولية – البلايين من الأعوام. وأخيرا فإن التطور البيولـــوجى خلق نوعا يستطيع التعامل مع بيئته ولديه بعض ملكات عقلانية، وقد تحـــول الآن هذا العامل الطليعى الفعال للتطور ليتغير من التطور البيولوجى إلى شىء ينفذه أحد مخلوقاته هو نفسه، "الهوموسابينز"، ويتمثل هذا الشىء فى التكنولوجيا. سنجد فـــى الفترة التالية أن هذا النوع الذى يتدخل فى عملية تطويره هو نفسه – فيما يخصـــه من تطور ثقافى وتكنولوجى، وبما لم يفعله أى نوع آخر، سوف يتحد مع ما يخلقه

هو نفسه. فهو سيندمج مع تكنولوجيته. يحدث هـذا حاليـا بالفعـل عنـد بعـض المستويات - حتى وإن كان معظمنا لا يحوزونه بالضـرورة فـى الـداخل مـن أجسادهم ومخهم - ذلك أننا الآن على علاقة حميمة جدا بالتكنولوجيا. إنهـا فـى الداخل من جيوبنا.

نصف واحد من بيان

جارون لانير[٢٨]

نحن نتخيل نظما سيبرنطيقية "خالصة"، ولكننا نستطيع فقط أن نبرهن على أننا نعرف طريقة لإنشاء نظم منها تتسم إلى حد كبير بالخلل الوظيفى. نحن نخدع أنفسنا عندما نظن أننا نفهم شيئا ما، حتى ولو كان كمبيوترا، لمجرد أننا نستطيع نمذجته أو رقمنته.

(٢٨) جارون لانيير عالم كمبيوتر وموسيقى، وهو عالم مرموق فى هيئة "المبادرة القومية للتعليم عن بعد"، وهى هيئة ائتلاف بين جامعات بحثية تدرس تطبيقات متقدمة لشبكة "الإنترنت ٢". ومع ما اشتهر به من أبحاث "الواقع الخائلى"، وهذا مصطلح قد سكه هو، فإن لانيير ساعد فى إنشاء أول ما تم تنفيذه من العوالم الخائلية لأشخاص متعددين باستخدام أجهزة عرض تركب على الرأس، كما شارك أيضا فى إنشاء أول ما تم تنفيذه من الواقع الخائلى فى المحاكيات الجراحية، وتصميم النماذج الأولية للعربات، وتطبيقات أخرى مختلفة. وكموسيقى فإنه يؤلف موسيقى للأوركسترا، ويعزف على عدد كبير من الآلات من أرجاء العالم كله، وهو يؤدى العزف بالاشتراك مع عازفين متنوعين تنوعا واسعا بدءا من فيليب جلاس حتى جورج كلينتون.

وجدت نفسى طوال السنوات العشرين الأخيرة فى الداخل من إحدى الثورات وإن بقيت فى الخارج مما لها من "الدوجما" المتألقة. والآن فإن هذه الثورة لم تقتصر على أن تصطدم بالتيار الرئيسى وإنما هى أيضا قد أكرهته على الإذعان بأن سيطرت على الاقتصاد، ولعل الوقت قد حان بالنسبة لى لأن أصرخ معلنا معارضتى لها بصور أعلى من أى مما فعلته من قبل.

تتألف الدوجما التى أعارضها من مجموعة من اعتقادات متشابكة ومع ذلك ليس لها للآن اسم متفق عليه عموما ليغطيها، وإن كنت أسميها أحيانا بأنها المذهب "الشمولى السيبرنطيقى". لهذا المذهب إمكانية إحداث تحول فى الخبرة البشرية بدرجة أقوى من أى أيديولوجية مسبقة، أو دين أو نظام سياسى مسبق، وسبب ذلك فى جزء منه هو أنه يمكنه أن يمتع العقل إمتاعا بالغا (على الأقل فى أول الأمر) ولكن السبب فى معظمه هو أن هذا المذهب يمتطى مجانا التكنولوجيات القوية التى يخلقها أناس هم إلى حد كبير يؤمنون به إيمانا حقيقيا.

من المؤكد أن الاستخدام الأصلى لمصطلح "السيبرنطيقا" كما صاغه نوربرت واينر، لم يكن يقتصر على الكمبيوترات الرقمية. فقد كان معناه أصلا أنه يطرح استعارة مجاز بين الملاحة البحرية وجهاز للتغذية المرتدة يتحكم فى نظام ميكانيكى مثل الثرموستات. ومن المؤكد أن واينر قد أدرك واستكشف بشريا الامتداد الخارق للمعتاد لهذه الاستعارة، وهى إحدى أقوى الاستعارات التى تم التعبير عنها بأى حال. أرجو ألا يظن أحد أنى أسوى بين السيبرنطيقا وما أسميه المذهب الشمولى السيبرنطيقى. هناك بون شاسع بين إدراك استعارة عظيمة وبين معاملتها على أنها الاستعارة الوحيدة وهى مسافة تماثل البعد بين العلم المتواضع والعقيدة الدوجماتية.

إليكم جزء من قائمة الاعتقادات التى يتكون منها المذهب الشمولى السيبرنطيقى:

١ - أن الأنماط السبرنطيقية للمعلومات تمدنا بأفضل طريقة نهائية لفهم الحقيقة.

٢ - أن الناس لا يزيدوا عن كونهم أنماطا سيبرنطيقية.

٣ - أن الخبرة الذاتية إما أنها لا وجود لها أو أنها غير مهمة لأنها بعض نوع من تأثير فى المحيط الخارجى أو الأطراف.

٤ - أن ما وصفه داروين فى البيولوجيا، أو ما يشبه ذلك، هو أيضا فى الحقيقة التوصيف المتفرد الفائق لكل ما يمكن من الإبداع والثقافة.

٥ - أن الجوانب الكيفية وكذلك أيضا الجوانب الكمية لنظم المعلومات سوف تتسارع حسب "قانون مور". وأخيرا والأكثر درامية:

٦ - أن البيولوجيا والفيزياء ستندمج مع علم الكمبيوتر، لتصبح بيوتكنولوجيا ونانو تكنولوجيا، بما سينتج عنه أن الحياة والكون الفيزيقى سيصبحان كيانا زئبقيا، ويتم التوصل إلى الطبيعة المفترضة لبرمجيات الكمبيوتر. وبالإضافة، فإن هذا كله سوف يحدث سريعا جدا! بما أن الكمبيوترات تتحسن بسرعة بالغة، فسوف تطغى على كل العمليات السيبرنطيقية الأخرى (مثل البشر) وتغير تغييرا أساسيا من طبيعة ما يجرى فى الجيرة المألوفة من الأرض عند لحظة معينة عندما يتم التوصل إلى "كتلة حرجة" جديدة، ربما فى وقت يقرب من ٢٠٢٠. سوف يستحيل بعد هذه اللحظة أن نكون بشرا، أو أننا سنكون شيئا مختلف تماما عما نعرفه الآن.

ظهر خلال السنوات العشرين الأخيرة تدفق من الكتب التى زودت تدريجيا أكبر عدد من الجمهور بالمعلومات حول بنية عقائد الحلقة الداخلية للنخبة من أتباع الرقمية، بدأت أولا بصوت خافت، كما مثلا فى مؤلف دوجلاس هوفستادتر "جودل وإشر، وباخ"[(٢٩)] ثم زاد الصوت ارتفاعا مع المداخلات الحديثة مثل كتاب راى كيرزويل[(٣٠)] "عصر الماكينة الروحانية".

حدث مؤخرا أن جذب انتباه الجمهور فى النهاية إلى الاعتقاد السادس، الإيمان المذهل بجائحة غيبية تقع فى أثناء حياتنا، وتنتج عندما تصبح الكمبيوترات

---

(٢٩) كتاب هوفستادر عن "جودل وإشر وباخ" كتاب عن التشابه البنيوى بين المنطق الرياضى عند جودل، وأعمال إشر فنان الحفر التشكيلى، وأعمال باخ الموسيقية. (المترجم)

(٣٠) راى كيرزويل: كتب المقال السابق "المفردة" فى هذا الجزء من الكتاب، وفيه يطرح آخر آرائه. (المترجم)

السادة فائقى الذكاء للمادة الفيزيقية والحياة. وفى حدود ما أستطيع معرفتـه، فـإن هناك عددا كبيرا من أصدقائى وزملائى يؤمنون ببعض صورة مـن هـذا القـدر المشئوم الوشيك. عندى فضول لأن أعرف من من بين المفكرين المشهورين الذين يتقبلون إلى حد كبير بعض صورة للنقاط الخمس الأولى، يتقبلون أيضـا برضـى النقطة السادسة، نقطة الجائحة الغيبية. وجدت عموما أن التكنولوجيين، بأولى مـن العلماء الطبيعيين، يكون لديهم النزعة لأن يصرحوا بإمكان وقوع حدث حرج على المدى القريب. على أى حال، ليس لدى أى فكرة عما تكونه الأرقام التى يسـتنتجها بهذ الشأن البيولوجى ريتشارد دوكنز أو الفيلسوف دانييل دينيت. وأنا على نحو مـا لا أستطيع أن أتخيل هذين المنظـرين الـرائعين وهمـا يخمنـان مـا إذا كانـت النانوروبوتات قد تسيطر على كوكبنا فى عشرين سنة. يبدو أن هذا أمرا أقل ممـا تسمح به كرامتهم. ومع ذلك فإن الجائحات الغيبية عند كيرزويل، وهانز مورافيك، وإريك ودريكسلر تتبع مباشرة – وبما يبدو حتميا – من فهم للعالم ثم التعبير عنـه بأفصح بيان، ليس عن طريق أحد إلا دوكنز ودينيت. هل الأمر أن دوكنز ودينيت، وغيرهما ممن فى معسكرهما، عندهم خطأ منطقى يفصل بـين تفكيـرهم ودلالات الجائحة الغيبية؟ فيما أرى، فإن أول ما يرشح كعنصر لهذا الخطأ هو أن المـؤمنين بجائحة المعلومات يخلطون بين الكمبيوترات المثالية والكمبيوترات الحقيقية التـى تسلك سلوكا مختلفا. وموقفى بالنسبة لهذه النقطة يمكن تقييمه على نحو منفصل عن مواقفى بالنسبة للنقط الخمس الأولى وهى مواقف لا يمكن إنكار أنها اسـتفزازية، وآمل أنه أيضا سيكون كذلك.

لماذا يكون هذا المقال "نصف واحد لبيان"؟ آمل ألا يظن القراء أنى غارقـا فى بعض نوع من الرفض الكئيب للتكنولوجيا الرقمية. الحقيقة أنى سعيد أكثر مـن أى وقت آخر بأنى أعمل فى علم الكمبيوتر، وأجد أن من السهل إلى حد كبيـر أن نتخذ إطارا إنسانيا لتصميم الأدوات الرقمية. يحدث الآن بالفعل ازدهار رائع كوكبى لثقافة الكمبيوتر، نشأ فى معظمه مستقلا عن النخبة التكنولوجية، التى ترفض ضمنا الأفكار التى أهاجمها هنا. لو كان البيان كاملا لحاول أن يوصف ويروج هذه الثقافة الإيجابية.

سأتفحص الآن الاعتقادات الخمسة التى يجب أن تسبق تقبل الجائحة الغيبية الجديدة، ثم أنظر بعدها فى الجائحة الغيبية نفسها.

- "الاعتقاد الأول فى المذهب الشمولى السيبرنطيقى: أن الأنماط السبرنطيقية للمعلومات تمدنا بأفضل طريقة نهائية لفهم الحقيقة". هناك دفعة لا تتكرر من الإثارة التى يخبرها أولئك الذين يتمكنون لأول مرة من إدراك إحدى الظواهر سيبرنطيقيا. وكمثل، بينما أعتقد أنى أستطيع تخيل قدر ما، لابد من أن عملية الإثارة كانت عليه عند استخدام المعدات الفوتوغرافية الأولى فى القرن التاسع عشر، فإنى لا أستطيع أن أتخيل أن أى شخص من الخارج يمكنه فهم إحساس من يوجد أمام التكنولوجيا الباكرة لرسوم الكمبيوتر فى سبعينيات القرن العشرين. ذلك أن هذه لم تكن مجرد طريقة لصنع وعرض الصور وإنما هى نظام إطار جامع فوقى تصنف فيه كل الصور الممكنة. بمجرد أن نستطيع فهم شيء ما بالطريقة التى تجعلنا نتمكن من دفعه داخل أحد الكمبيوترات، فإننا نكون قد اخترقنا شفرته، وتفوقنا على أى ميزة خاصة قد تكون لديه فى وقت بعينه. الأمر يشبه أن نكون قد اصبحنا آلهة فن الرؤية الذين يبتكرون بفعالية كل الصور الممكنة، ذلك أنها ستكون مجرد إعادة ترتيب للشدف التى فى داخل الكمبيوترات الموجودة أمامنا، ولكنها تحت سيطرتنا.

الدافع السيرنطيقى تسوقه أصلا الأنا "ego" (وإن كنا سوف نرى عند نهاية المباراة، التى لم تحل بعد، أنه سيصير عدو الأنا). وكمثل، فإن أتباع المذهب الشمولى السبرنطيقى ينظرون إلى الثقافة فيرون "الميمات" – تعبيرات عقلية مجازية مستقلة ذاتيا وتتنافس على حيز المخ عند البشر – بما يشبه نوعا تنافس الفيروسات. عندما يفعل ذلك أتباع المذهب الشمولى السبرنطيقى فإنهم لا يقتصرون على إنجاز نصر لفريقهم الإمبريالى، واضعين أنفسهم فى موضع وهمى من الفهم الفائق إزاء كل ما فى الإنسانيات، وإنما هم أيضا يتفادون ما يلزم عليهم من بذل انتباه كثير للتفاصيل الموجودة فى إحدى الثقافات فى وقت ومكان معينين. عندما نصنف شيئا ما فى مختزله السيبرنطيقى، سيبدو فى التو أن أى إعادة تنظيم بعينها لشدفة ليست بالأمر المهم.

الاعتقاد الأول ظهر مباشرة تقريبا مع الكمبيوترات الأولى. وقد عبر عنه بوضوح الجيل الأول من علماء الكمبيوتر، جيل وبيز، وشانون، وتورنج. ومن الأمور الأساسية أنه لم يعد له بعد أى ذكر حتى بين أفراد الحلقة الداخلية. كما أنه أيضا له جذوره المغروسة عميقا حتى أنى أجد من الصعب على أن أبتعد بنفسى عن كل تلك البيئة العقلية المحيطة بى بعدا كافيا لأن أعبر بوضوح عن وجود بديل له. على أن البديل قد يكون كالتالى: النموذج السيبرنطيقى لإحدى الظواهر لا يمكن أبدا أن يكون النموذج الوحيد المفضل، لأننا لا نستطيع حتى أن نبنى كمبيوترات تتوافق مع هذه النماذج. الكمبيوترات الحقيقية تختلف اختلافا كاملا عن الكمبيوترات المثالية النظرية. فهى تصاب بالعطب لأسباب ليست دائما مما يمكن تحليله كما أنها فيما يبدو تقاوم بحكم بنيتها الداخلية الكثير من محاولاتنا لتحسينها، يرجع سبب ذلك فى جزء كبير منه إلى مشاكل تراث المصطلح والرموز والانغلاق عليها، وذلك من بين مشاكل أخرى. نحن نتخيل نظما سيبرنطيقية "خالصة"، ولكننا نستطيع فقط أن نبرهن على أننا نعرف طريقة لإنشاء نظم منها تتسم إلى حد كبير بالخلل الوظيفى. نحن نخدع أنفسنا عندما نظن أننا نفهم شيئا ما، حتى ولو كان كمبيوترا، لمجرد أننا نستطيع نمذجته أو رقمنته.

هناك أيضا مشكلة إبستمولوجية تثير قلقى، وإن كان زملائى عموما على ستعداد لتجاهلها. أعتقد أننا لا نستطيع قياس وظيفة الكمبيوتر أو حتى وجوده، من غير السياق الثقافى لذلك. أعتقد أن سكان المريخ لن يستطيعوا بالضرورة تمييز جهاز ماكنتوش من جهاز تدفئة الحجرة.

تؤدى أوجه الخلاف السابقة فى النهاية إلى مجموعة من المناقشات التكنيكية عن نظرية المعلومات والمواقف الفلسفية التى تنشأ غالبا عن أمور من الذوق والاعتقاد. وهكذا فأنا أحاول تعزيز موقفى باعتبارات براجماتية، وبعض هذه الاعتبارات سيأخذ فى الظهور فى أفكارى.

- "الاعتقاد الثانى: أن الناس لا يزيدوا عن كونهم أنماطا سيبرنطيقية". تعتمد كل أوهام المذهب الشمولى السيبرنطيقى على الذكاء الاصطناعى. ربما لا يكون من

الواضح بطريقة مباشرة السبب فى أن هذه الأوهام ضرورية بالنسبة لأصحابها. إذا كان للكمبيوترات أن تكون ذكية الذكاء الكافى لأن تصمم خلفاءها أنفسهم، وتبدأ عملية تؤدى إلى أن يكون لها وجود شامل فى كل زمان ومكان وذلك بعد عدد من التمريرات التى تتزايد سرعتها دائما من أحد أجيال الكمبيوتر للجيل التالى، إذا كان للكمبيوترات أن تكون كذلك، سيكون على أحدهم عندها أن يؤلف البرمجيات التى تجعل هذه العملية تتواصل، على أن البشر لم يعطوا مطلقا أى برهان على قدرتهم على تأليف برمجيات كهذه. ومن هنا تأتى فكرة أن الكمبيوترات ستصير بطريقة ما ذكية بذاتها وتؤلف برمجياتها الخاصة بها.

اعتراضى الرئيسى على هذه الطريقة من التفكير اعتراض براجماتى. فهى تؤدى حاليا فى العالم الواقعى إلى برمجيات من نوع سيئ. أتباع المذهب الشمولى السبرنطيقى يعيشون وعقولهم فى المستقبل، وهم على استعداد لتقبل أخطاء واضحة فى البرمجيات الحالية ليدعموا أفكارهم عن عالم وهمى ربما لن يظهر أبدا.

يتأسس كل مشروع الذكاء الاصطناعى على خطأ عقلى، وهو يواصل إنتاج برمجيات سيئة والتصميم وباهظة التكلفة، يعاد تسويقها تحت اسم جديد لكل جيل جديد من المبرمجين. وقد سميت مؤخرا بأنها "العوامل الفعالة للذكاء"، وكانت آخر تسمية سابقة لها هى "النظم الخبيرة".

هيا نبدأ منذ البداية، عندما ظهرت الفكرة لأول مرة. فى تجربة تورنج الفكرية الشهيرة، يطلب من حكم بشرى أن يحدد أيا من المخاطبين هو الإنسان وأيهما هو الآلة. إذا لم يستطع الحكم معرفة ذلك، يؤكد تورنج عندها أن الكمبيوتر ينبغى أن يعامل على أنه قد توصل أساسا إلى الوضع المعنوى والعقلى للشخصنة. وقد أخطأ تورنج هنا لأنه يفترض أن التفسير الوحيد لاشتراك الكمبيوتر الناجح فى المباراة هو أن يرتفع مستواه بطريقة ما، بأن يصير أكثر ذكاء وأكثر إنسانية. على أنه يوجد تفسير آخر لانتصار الكمبيوتر يساوى التفسير السابق فى مصداقيته، وهو أن الإنسان قد أصبح أقل ذكاء، وأقل شبها بالإنسان. يقام اختبار تورنج رسميا فى كل سنة، وفى حين أنه لم يحدث للآن أن طالب أحد البرامج بالجائزة النقدية

السخية، إلا أنه سيحدث بالتأكيد أن يتم الفوز بها فى وقت ما من السنين القادمة. ورأى الشخصى هو أن هذا الحدث يشتت انتباه الجميع عن اختبارات تورنج الحقيقية التى يتم الفوز بها بالفعل. وهى حقيقية وإن كانت بشكل مصغر. تحدث اختبارات تورنج كل الوقت يوميا، كلما تحمل شخص بصبر برمجيات الكمبيوتر الغبية.

وكمثل، فإننا ننظم حياتنا المالية فى الولايات المتحدة من أجل أن تبدو فى حال أحسن عند برامج الكمبيوتر التى تبسط بما يثير الشفقة والتى تحدد معدلات ائتماننا. نقترض النقود ونحن لا نحتاجها، وذلك مثلا لنغذى البرامج بنوع البيانات التى نعرف أنها برمجت للاستجابة لها استجابة تحبيذ. عندما نفعل ذلك، فإننا نجعل أنفسنا أغبياء، حتى نجعل برمجيات الكمبيوتر تبدو ذكية. والحقيقة أننا نواصل الثقة فى برمجيات حساب معدل الائتمان حتى وإن كان هناك وباء من حالات الإفلاس الشخصية يحدث خلال وقت تكون البطالة فيه منخفضة جدا مع ازدهار اقتصادى كبير. وهكذا بسبب اجتياز اختبار تورنج بالقسر. لا يوجد فارق إبستمولوجى بين الذكاء الاصطناعى وبين تقبل برمجيات كمبيوتر سيئة التصميم.

من الممكن أن تؤخذ محاجتى على أنها هجوم ضد الاعتقاد بقدرة الكمبيوتر على أن يصبح له إحساس فى نهاية الأمر، إلا أن ثمة طريقة أرقى لفهم هذه المحاجة، وهى أنها محاجة توفر ميزة براجماتيه للمناداة بعقيدة ضد الذكاء الاصطناعى، حيث إن من يؤمنون بالذكاء الاصطناعى هم الذين يحتمل بأكثر أن يصبروا بجلد على البرمجيات السيئة. والأهم من ذلك هو أنى آمل أن يستطيع القارئ أن يعرف أن فهم الذكاء الاصطناعى كنظام للاعتقاد أفضل من فهمه على أنه تكنولوجيا.

- "الاعتقاد الثالث: أن الخبرة الذاتية إما أنها لا وجود لها أو أنها غير مهمة لأنها بعض نوع من تأثير فى المحيط الخارجى أو الأطراف". يوجد صراع أخلاقى جديد أخذ يتشكل حول مسألة متى ينبغى إضفاء "الروح" على الأنماط المدركة فى العالم. الكمبيوترات، والجينات، والاقتصاد هى بعض الكيانات التى يفكر

فيها أتباع المذهب الشمولى السيبرنطيقى على أنها الآن حقيقة سكانية توجد مع البشر. لاريب أن من الحقيقى أننا نجابه فى حياتنا مجابهة متصلة بمؤدين لأفعال هم غير بشريين وفوق بشريين، ويبدو هؤلاء المؤدين أحيانا أكثر قوة منا. ومن ثم فإن السؤال الأخلاقى الجديد هو، هل نحن نتخذ القرارات على أساس يتكون فقط من احتياجات ورغبات البشر البيولوجيين "التقليديين"، أو أن أيا من أولئك المؤدين الآخرين جديرون حقا بالاعتبار فى هذا الشأن؟

أقترح أن نستفيد من صورة بسيطة لننظر فى وجهات النظر البديلة. الصورة هى لدوائر متخيلة يرسمها كل شخص حول نفسه. سنسميها بأنها "دائرة التعاطف". توجد داخل الدائرة تلك الأشياء التى يعتبر أنها جديرة بالتعاطف وما يقابل ذلك من احترام، وحقوق، والتعامل معها عمليا معاملة من يساوينا تقريبا. أما ما يوجد خارج الدائرة فهو تلك الأشياء التى تعتبر أقل أهمية، وأقل حيوية، وأقل جدارة بالحقوق. (هذه الصورة ليست سوى أداة للتفكير، ولا ريب فى أنها ينبغى ألا تؤخذ على أنها نموذجى الكامل عن السيكولوجيا البشرية أو المآزق الأخلاقية). يمكننا القول على وجه التقريب بأن اللبراليين يأملون أن يوسعوا من الدائرة، بينما يود المحافظون كمشها.

هل مما ينبغى أن الكمبيوترات ربما ستوضع فى وقت ما من المستقبل فى الداخل من دائرة التعاطف؟ يرى أتباع المذهب الشمولى السيبرنطيقى أن فكرة أنه ينبغى وضع الكمبيوترات داخل الدائرة فكرة قريبة كل القرب إلى قلوبهم، وهؤلاء هم جمهور الشاغلين للأكاديميات التكنولوجية النخبوية ودوائر الأعمال المالية " للاقتصاد الجديد".

كثيرا ما نجد دعابة مؤلمة وإن كانت غير مقصودة، فى الكتابات الخلافية لأتباع علم الكمبيوتر النهائى. ذلك أن التماس البرهنة عقلانيا على إمكان وجود حس فى الكمبيوتر (أو ربما فى الإنترنت) هو النسخة الحديثة من محاولة البرهنة على وجود ميتافيزيقى. وكما كان الحال فى تاريخ الميتافيزيقا، حيث بذلك الكثير من العقول العظيمة طاقات فائقة حول هذا الملتمس، فإننا سنجد أخيرا وكأن نسخة

للفيلسوف "كانت" لها تفكير سيبرنطيقى ستظهر فى القرن الحادى والعشرين حتى تقدم "برهانا" مملا على أن المغامرات التى من هذا النوع لا ترجى منها فائدة. وأنا ببساطة ليس لدى ما يكفى من الصبر لأن أكون ذلك الشخص وكما يتفق، فقد حدث فى السنوات الخمس الأخيرة أو ما يقرب، أن أخذت تفتر المناقشات التى تدور حول حس الكمبيوتر. يفترض معظم زملائى أن هذه فكرة حقيقية؛ وهكذا فإن المناقشة منتهية بالنسبة لهم. ولكنها لم تنته بالنسبة لى.

يجب أن أسجل هنا أنه فيما مضى، حينما كانت هذه المناقشات لاتزال ساخنة جدا، كان مما يثير أغرب المشاعر أن يناقش المرء واحدا مثل دانيل دينيت أحد فلاسفة الشمولية السيبرنطيقية. يقرر دينيت أن البشر ببساطة هم كمبيوترات متخصصة، وأننا عندما نفرض وجود بعض تمييز أنطولوجى[٣١] أساسى بين البشر والكمبيوترات نضيع بذلك وقتنا على نحو عاطفى. ولو أنى سألته، "ولكن أليس مما يحدث لك أنك تخبر حياتك؟"، "أليست هذه الخبرة شيئا أبعد مما يمكن لك أن تقيسه فى أحد الكمبيوترات؟" سؤالى هذا سوف يجابهه خصمى فى الجدل بطريقة نمطية بأن يقول شيئا ما مثل، "الخبرة مجرد توهم يتخلق لأن هناك جزءا من ماكينة (هى أنت) يحتاج لتخليق نموذج لوظيفة باقى الماكينة – هذا الجزء هو محور خبرتك"، سوف أرد محتجا بأن الخبرة هى الشىء الوحيد الذى لا يختزل بالتوهم، بل إن التوهم نفسه خبرة. ويرتبط بذلك، بكل الحسرة، أن الخبرة هى صميم ذلك الشىء الذى لا يمكن إلا أن يخبر. يؤدى بى هذا إلى وضع شاذ حيث أتساءل علنا عما إذا كان بعض خصومى فى هذا النقاش هم ببساطة ممن ينقصهم وجود خبرات داخلية. (طرحت ذات مرة، أن المرء يمكنه بكل تأكيد أن يبرهن على أنه من بين كل البشر لن يوجد نقص فى الخبرة الداخلية إلا عند بعض أفراد معينين من الفلاسفة المحترفين). والحقيقة أنى أعتقد أن خصومى الخالدين لديهم بالفعل خبرات داخلية ولكنهم قد اختاروا ألا يقروا بذلك علنا، لأسباب مختلفة، وكثيرا ما يكون ذلك بسبب أنهم يستمتعون بإزعاج الناس.

---

(٣١) الأنطولوجيا مبحث رئيسى فى الفلسفة يتناول النظر فى الوجود بإطلاق أو هو علم الموجود بما هو موجود وبهذا فهو مبحث الميتافيزيقا العام. (المترجم)

ربما يكون أحد الدوافع الأخرى هو "الفريق الإمبريالى " الذى سبق ذكره. يؤكد ممثلو كل فرع معرفى أكاديمى من آن لآخر أن لديهم وجهة نظر متميزة تحتوى بطريقة ما على وجهات نظر خصومهم أو تضمها كإحدى فئاتها المصنفة. كان الفيزيائيون فى المقدمة من الأكاديميين فى أغلب القرن العشرين، وإن كان مفكرو إنسانيات "مابعد الحداثة" قد تمكنوا فى العقود الأخيرة من الظهور نوعا على المسرح مستعيدين بعض مركزهم السابق، أو هذا على الأقل ما يخطر ببالهم. إلا أن التكنولوجيين هم الذين سيكسبون حتما هذه المباراة، عندما يشدون جوهر مكونات حياتنا ليخرجوا به من تحت إهابنا. من الظاهر أن هناك ما يغرى الكثيرين منهم بدعم هذه القدرة بأن يطرحوا أنهم يحوزون أيضا فهما نهائيا للحقيقة، وهذا أمر منفصل تماما عن أن يكون لهم تأثير هائل فيها.

قد يكون الحافز الثالث هو الفرويدية الجديدة، باعتبار أن آلان تورنج، أول نصير لفكرة حس الماكينة، كان روحا تعانى عذابا هائلا. مات تورنج فى حادث انتحار صريح نشأ عن أنه ظهر له ثديان نتيجة اتباعه لنظام علاج هرمونى قصد به أن يعكس شذوذه المثلى جنسيا. كان تورنج فى أثناء هذه الفترة المأساوية الأخيرة فى حياته قد أخذ يدلى بحججه بحماس عن حس الماكينة، الأمر الذى جعلنى أتساءل عما إذا كان مستغرقا فى شكل أصيل عنيف من هروب وإنكار سيكولوجى – فيهرب بعيدا عن الجنسانية والمنية بأن يصبح كمبيوترا.

على أى حال فإن الأمر الخاص والكاشف هنا أن أصدقائى من أتباع الشمولية السيبرنيطيقية يخلطون بين حيوية منظور ما وبين تفوقه منتصرا. من الحق تماما أن المرء يستطيع أن يتحدث عن أحد الأشخاص على أنه وسيلة أحد الجينات فى تكثير ذاته، حسب قول دوكنز، أو على أنه عضو جنسى تستخدمه الماكينات لصنع المزيد من الماكينات، حسب قول مارشال ماك لوهان (كما يستشهد به فى ترويسة كل إصدار من مجلة "وايرد")، بل والحقيقة أن من الممكن أن يكون من الأمور الجميلة أن نفكر عن طريق هذه المنظورات من آن للآخر. على أنه كما يوضح عالم الأنثروبولوجيا ستيف بارنيت، قد يكون مما يماثل ذلك فى معقوليته أن نؤكد على أن "أحد الأشخاص هو طريقة البراز فى صنع مزيد من البراز".

وإذن، دعنا نزعم أن "كانط" الجديد قد ظهر فعلا وأنجز مهمتـه الحتميـة. يمكننا عندها أن نقول: تعيين دائرة التعاطف الخاصة بالمرء هو فى النهاية أمر من الإيمان. يجب علينا أن نتقبل حقيقة أننا مجبرين على أن نضع هذه الدائرة فى مكان ما، ومع ذلك فنحن لا نستطيع أن نستبعد من اختيارنا لمكان لوضعها أن هناك فى ذلك عنصرا من الإيمان يخرج عن النطاق العقلانى.. واختيارى أنا الشخصى هـو ألا أضع الكمبيوارات داخل الدائرة. وأنا فى هذا المقال أذكر بعض أسـبابى لهـذا الاختيار، أسباب براجماتية، وجمالية، وسياسية، وإن كان قرارى فى النهاية يسـتند إلى إيمانى الخاص.

- "الاعتقاد الرابع: أن ما وصفه داروين فى البيولوجيا، أو ما يشبه ذلك، هو أيضا فى الحقيقة التوصيف المتفرد الفائق لكل ما يمكن من الإبداع والثقافة". أنصـار الشمولية السيبرنطيقية استحوذ عليهم داروين، لأنه قد وصف شـيئا فينـا هـو الأقرب لأن يكون خوارزما للإبداع. يجيب داروين عن مسألة ستشكل بغير ذلك ثغرة كبيرة فى الدوجما: كيف ستكون النظم السيبرنطيقية ذكية وخلاقة بالدرجة الكافية لاختراع عالم ما بعد البشرية؟ حتى يتم اعتناق الإيمان بغيبيات تصـير فيها الكمبيوترات ذكية بأن تصبح سريعة، ينبغى أن نستدعى لذلك بعض نـوع من "حل غيبى " للمسرحية، وستكون له لحية.

ينبغى لسوء الحظ فى هذا المناخ السائد أن أتوقف لحظة لأذكر أنى لست من أتباع مذهب التكوينية. أنا أنتقد فى هذا المقال ما أدركت أنه كسل عقلى، التراجـع عن محاولة فهم المشاكل وأن يأمل المرء بدلا من ذلك أن تقوم البرمجيات بتطوير نفسها. وأنا "لا" أطرح أن الطبيعة قد تطلبت بعض عنصر خارجى يتجاوز التطور الطبيعى لتكوين الناس. كما أنى لا أعنى أن أقول ضمنا أن هناك كتلة من النـاس توجد بالكامل لتعارضنى، وكلهم يفكرون الأفكار نفسها بالضبط. هناك فى الحقيقـة العديد من التنويعات لأوجه الإيمان الغيبى الداروينى. تأتى لنا بعض أوجـه الأداء الدرامية لأقصى درجة، لا على يد علماء أو مهندسين وإنما على يد كتاب مثل كيفن كيلى وروبرت رايت اللذين افتتنت عقولهم بتفسيرات موسعة لداروين وهـم فـى

مؤلفاتهم يدركون الحقيقة على أنها برنامج كبير للكمبيوتر يجرى فيه الخوارزم الداروينى، ربما فى توجه إلى بعض نوع من "القدر".

هناك أيضا الكثيرون من زملائى التكنولوجيين الذين يرون على الأقل وجود بعض نوع من سهم سببى فى التطور يشير إلى شيء يحدث له مع مرور الوقت أن تزداد دائما درجة صعوبة تمييزه. تستخدم لوصف هذا الشيء كلمات هى نفسها مما يصعب تحديده؛ فيقال عنه إنه يحوى على نحو متزايد تركبا، وانتظاما، وتمثلا. يبدو بالنسبة لعالم الكمبيوتر دانى هيليس أن الناس لديهم من هذا الشيء ما يبلغ مقداره أكثر مثلا مما لدى الكائنات وحيدة الخلية، ومن الطبيعى أن نتساءل عما إذا كان من المحتمل أن يوجد فى يوم من الأيام بعض كائنات جديدة لديها من هذا الشيء ما هو أكثر حتى مما يوجد الآن فى الناس. (وبالطبع يقال عادة إن مولد هذه الأنواع "التى لديها المزيد من الشيء" فى المستقبل هو أمر له علاقة بالكمبيوترات). دعنا ننظر ما يوجد من مفارقة بين هذا المنظور ومنظور ستيفن جاى جولد فى كتابه "مجموعة أوراق رابحة فى لعبة البوكر" الذى يحاج فيه بأنه إذا كان هناك سهم فى التطور، فإنه يتجه إلى تنوع أعظم عبر الزمن. ونحن البشر تلك المخلوقات بعيدة الاحتمال التى تسمى بالإنسان، والذين نشأنا كأحد المظاهر الدقيقة الصغر لاستكشاف هائل أعمى للمخلوقات المحتملة، نحن نتخيل لا غير أن هذه العملية كلها قد صممت لتؤدى إلى وجودنا.

لا يوجد فكرة يكون اختبارها أصعب، أو تفنيدها أصعب، من فكرة المبدأ الإنسانى[٣٢]. وأنا أقر بأنى أميل إلى أن أكون فى جانب جولد بشأن هذه الفكرة، إلا أن الأكثر أهمية من ذلك هو أن أشير إلى وجود أحجية إيستمولوجية ينبغى أن يضعها الغيبيون الداروينيون موضع الاعتبار. لو كان الجنس البشرى هو المقياس للتطور حتى الآن، فإننا سنكون عندها أيضا مقياس الأنواع اللاحقة التى ربما يزعم أنها "أكثر تطورا" عنا. سيكون علينا أن نقوم بعملية أنسنة للأشياء حتى ندرك هذا

(٣٢) المبدأ الإنسانى An thropic principle مبدأ بأن المخلوق الذكى الوحيد فى الكون هو الإنسان، الذى يتساءل عن نشأته ومصيره. (المترجم)

الشكل من الحياة "الأعظم من الشكل البشرى"، خاصة إذا كان موجودا داخل حيــز معلوماتى مثل الإنترنت.

بكلمات أخرى، سنكون جديرين بالثقة فى تقييمنا لوضع هذه الكائنات الفائقة الجديدة، بمثل جدارتنا بالثقة حاليا فى تقييمنا لصفات الكلاب الأليفــة. نحــن لســنا قادرين على أداء هذه المهمة. عليك أن تزور معرضا للكلاب قبل أن تقول لــى إن الأمر سيكون واضحا أبلغ الوضوح عندما يتم وصول هذه الكائنات السيبرية الجديدة فائقة الذكاء. أو أن تزور تجمعا من أناس ممن يعتقدون أنهم قد خطفهم غرباء عن الأرض فى أطباق طائرة. يصبح الناس مجانين جنونا بينا عندما تصل الأمور إلى تقييم وجود حس غير بشرى.

على أى حال، لاريب فى أن الحركة التى تعمل على تفسير داروين علــى نحو أوسع، وتعمل خاصة على إدخال الداروينية فى علم النفس والإنســانيات، قــد أدت إلى طرح بعض تبصرات نيرة ستصبح ذات يوم جــزءا مــن فهــم أفضــل للطبيعة، بما فى ذلك الطبيعة البشرية. يمتعنى هذا التيار الفكرى علــى مســتويات شتى. دعنى أقر بأن من الأمور المستحيلة أيضا ألا يشعر عالم كمبيوتر بما يشــبع غروره من تلك الأبحاث التى تضع فى المركز من الواقع ما يكون أساسا شكلا من أشكال الحوسبة الخوارزمية، وينحو هؤلاء المفكــرون إلــى أن يكونــوا واثقــين وجازمين وإلى أن يكون لديهم أحيانا أفكار جديدة وجيدة.

ومع ذلك فإنى أعتقد أن الداروينيين من أتباع الشمولية السبرنطيقية، كثيرا ما يكونون غير أكفاء فى خطاب الجماهير وهم قد يكونوا مسئولين جزئيا، وإن كــان ذلك بغير قصد، عن إثارة تولد جديد لرد فعل عقيدى أصــولى ضــد البيولوجيــا العقلانية. ويبدو أنهم يخرجون علينا بافتراضات عن داروين حسب حسابها لــيس فقط لتثير خصومة من لايشاركونهم فى آرائهم وإنما أيضا لتثير نفــورهم. هنــاك تصريحات لعلماء نفس تطوريين على أقصى درجة من السلوك غير الاجتمــاعى، هى تصريحات يمكن أن تثير السخط بوجه خاص. أحد أمثلة ذلك كتاب ظهر حديثا من تأليف راندى ثورنيل وكريج ت. بالمر عنوانه "التاريخ الطبيعى للاغتصــاب"،

وهو كتاب يعلن أن الاغتصاب طريقة "طبيعية" لنشر الجينات هنا وهناك. رأينا كل أنواع الافتراضات التى تربط بداروين باستخدام قشــرة خادعــة مــن العقلانيــة. والحقيقة أنك تستطيع أن تدلى بحجج عما يكاد يكون أى موقف مستخدما فى ذلــك إستراتيجية داروينية. وكمثل، فإن ثورنهيل وبالمر يطرحان أن من يخالفونهما فــى الرأى هم ضحايا برمجة تطورية من أجل الحاجة إلى الإيمان بوجود سلوك إيثارى خيالى فى الطبيعة البشرية. يقول المؤلفان إنه يبدو وكأن هناك إيثارية فــى عــدم الإيمان بعلم النفس التطورى، لأن التشكك من هذا النوع فيه إظهار علنى لإيمــان المرء بالحب الأخوى. ويزعم أن إظهار الايثارية أمر جذاب وبالتالى فإنه يحســن من قدرة المرء على إغراء الرفيق أو الرفيقة. وبهذا المنطــق، ســنجد أن علمــاء السيكولوجيا التطورية هم فيما ينبغى سيكاثرون سريعا مــن أنفســهم بعيــدا عــن السكان. هذا فيما عدا أن يلجأوا للاغتصاب.

على أى حال، فإن فكرة داروين عن التطور كانت من نوع مختلــف عــن النظريات العلمية السابقة، وذلك لسببين اثنين على الأقل. أكثر الأســباب وضــوحا وتفجرا هو أن مادة الموضوع كانت قريبة قربا وثيقا من النفوس إلــى حــد يثيــر المشاعر. كان من الأمور التى تصدم العقل فى القرن التاسع عشر أن نفكــر فــى الحيوانات كأقرباء لنا بالدم، وهذه صدمة مازالت مستمرة للآن. والسبب الثانى أقل فى إدراكه. اخترع داروين أسلوبا اختزاليا ينبنى على ما ينبثق من مبادئ بدلا مــن أن ينبنى على قوانين توجد فى الأساس. لا توجد أى "قوة" تطورية تناظر مثلا القوة الكهرومغناطيسية. التطور مبدأ يمكن تمييزه كأمر ينبثق فى أحداث، ولكن لا يمكن وصفه بالضبط كقوة توجه الأحداث. هذا تمييز رهيف. إذا كان لكل فوتون قصــة متماثلة، فإن لكل حيوان ونبات قصة مختلفة. (لاشك أن هناك أمثلة رائعــة عــن مقولات كمية دقيقة فى النظرية الداروينية وما يناظرها مــن تجــارب، ولكنهــا لا تحدث فى أى مكان وثيق القرب من مستوى خبرة الكائنات البشــرية، التــى هــى كائنات بأكملها لها أوجه سلوك مركبة فى البيئات المتعددة). كلمة "القصــة" هــى الكلمة العملياتية هنا. ظل الفكر التطورى يطبق بصورة دائمة تقريبا على مواقــف محددة من خلال القصص. والقصة بخلاف النظرية، تدعو إلى الزخرفة والتغــاير؛

بل والحقيقة أن القصص تكتسب قدرتها الاتصالية من أن يكون لهـا صـدى مـن قصص أولية بأكثر. يمكننا أن نتعلم الفيزياء دون اختراع لراوية فى رأسنا يعطينـا معنى الفوتونات والثقوب السوداء. إلا أنه يبدو من المسـتحيل أن نـتعلم التطـور الداروينى دون أن ننشىء أيضا راوية داخلى ليضعها فى علاقة مع حكايات أخرى نعرفها. وفيما يبدو لا يوجد أى مفكر عام فى هذا الموضوع قد واجه داروين دون أن يبنى جسرا إلى بعض نظم لقيم شخصية.

على أنه فيما يتجاوز مسألة إعطاء نكهة ذاتية، تبقى لدينا مشكلة ما إذا كـان داروين قد أعطى تفسيرا وافيا. اليس من الممكن أن هناك فكرة باقية لاتزال غيـر واضحة فى التعبير ولكنها ستفسر جوانب من الإنجاز والإبداع لا يفسرها داروين؟ وكمثل، هل التفسير بالأسلوب الداروينى يعد كافيا لفهم عملية التفكير العقلانى؟ ثمة عدد وافر من النظريات الحديثة يزعم فيها أن المخ ينتج توزيعات عشـوائية مـن أفكار ما تحت الوعى التى تتنافس إحداها مع الأخرى حتى لا يبقـى موجـودا إلا أفضلها، ولكن هل هذه النظريات تتلاءم حقا مع ما يفعله الناس؟ يظهر التطور فى الطبيعة كعامل متألق فى التوصل إلى الوضع الأمثل ولكنه عامل غبى فى وضـع الإستراتيجيات. (الصورة الرياضية التى تعبر عن هذه الفكـرة هـى أن التطـور "الأعمى" يجد صعوبة هائلة فى أن يخلص نفسه من الحدود الدنيا فى المشهد العـام للطاقة). سيكون السؤال الكلاسيكى هو، كيف استطاع التطور أن يصنع كـل هـذه الروائع من الأقدام، والمخالب، والزعانف، والبراثن، ولكنه أغفل صـنع العجلـة؟ هناك عدد وافر من البيئات التى تستفيد فيها الكائنات من العجل، لماذا إذن لم يظهر أى منها؟ ولا حتى لمرة واحدة؟ (ثمة مشروع فى الفن له مداه الطويل لصبى ثورى هو الآن فى المدرسة: مشروع هندسة وراثية لحيوان له عجل! هيا نرى إن كـان يمكن جعل دنا يصنع ذلك).

أنشأ الناس العجلة واختراعات أخرى عديد مفيدة يبدو أنها امتنعـت علـى التطور. من الممكن أن يكون التفسير ببساطة أن الأيدى قد توصلت إلى مجموعـة من الاختراعات تختلف عما اخترعه دنا، حتى وإن كان الاثنان قد تـم إرشـادهما

بعمليات متماثلة. إلا أنه يبدو لى أن من السابق لأوانه أن نتعامل مع هذا التفسير على أنه أمر أكيد. أليس ممكنا أن المخ فى تفكيره العقلانى يفعل أمرا مازال غير واضح ربما يكون قد نشأ فى عملية داروينية ولكنها لا يمكن تفسيرها به؟

أول جيلين أو ثلاثة أجيال من الباحثين فى الذكاء الاصطناعى اعتبروا أن من البديهيات أن التطور الأعمى فى حد ذاته لا يمكن أن يكون فيه القصة كلها وافترضوا أن هناك عناصر تميز النشاط العقلى البشرى عن غيره من العمليات الأرضية. وكمثل، كان الكثيرون يعتقدون أن البشر يبنون فى عقولهم تمثلات تجريدية للعالم، فى حين أن عملية التطور لا تحتاج إلى أن تفعل ذلك. وبالإضافة، يبدو أن هذه التمثلات تحوز صفات خارقة للمعتاد، مثل "الحس المشترك" ذلك الحس المراوغ دائما والذى يثير الخوف. حدثت لعقود من السنين محاولات فاشلة لبناء تجريدات مماثلة فى الكمبيوترات، وبعد ذلك استسلم مجال الذكاء الاصطناعى: ولكن دون أن يقر بذلك. وبسط من شأن هذا الاستسلام على أنه مجرد سلسلة من تقهقر تكتيكى. كثيرا ما ينظر إلى الذكاء الاصطناعى الآن على أنه حرفة أكثر من أن يكون فرعا من العلم أو الهندسة. تأمل كثرة كبيرة من ممارسى المهنة التى تحدثت إليهم مؤخرا، أن يروا تطويرا لبرمجيات تؤدى أمورا مختلفة، ولكنهم فيما يبدو قد غاصوا فى اتجاه يكاد يكون اتجاها " بعد حداثى"، أو فى اتجاه متشائم فيه عدم اهتمام بفهم الطريقة التى ربما تعمل بها فعلا هذه الأدوات.

من المهم أن نتذكر أن الثقافات المبينة على حرف تستطيع أن تنشئ الكثير من التكنولوجيات المفيدة، وأن الدافع الذى حرك أسلافنا لاعتناق "التنوير" هو وصعود العقلانية، لم يكن مجرد صنع مزيد من التكنولوجيا بمزيد من السرعة، وإنما كانت هناك أيضا فكرة النزعة الإنسانية والإيمان بجودة التفكير والفهم العقلانيين. هل نحن حقا على استعداد لنبذ ذلك؟

وأخيرا ثمة نقطة إمبريقية للإيضاح: استمر البحث طيلة عقد فى العالم كله بطرائق تناول داروينية لتوليد البرمجيات، وفى حين أنه ظهرت بعض نتائج منعزلة خلابة ومثيرة للإعجاب (وأنا أستمتع حقا بالمساهمة فى أبحاث من هذا النوع) إلا

أنه لم يظهر من الأبحاث أى شيء يجعل البرمجيات عموما أفضل حالا. وبالتالى، فمع حبى لداروين، إلا أنى لا أعتمد عليه فى كتابة شفرة.

- "الاعتقاد الخامس: أن الجوانب الكيفية وكذلك أيضا الجوانب الكمية لنظم المعلومات سوف تتسارع حسب قانون مور". يواصل جانب العتاد فى الكمبيوترات تقدمه للأحسن والأرخص بمعدل تسارع أسى يعرف باسم قانون "مور": يحدث كل عام ونصف العام أو ما يقرب أن تزيد سرعة الحوسبة لما يصل إلى المثلين تقريبا بالنسبة للسعر المعين. دلالات ذلك فيها ما يؤدى إلى الدوار وهى جد عميقة بحيث إنها تحدث دوخة عند إدراكها للمرة الأولى. ترى ما الذى يستطيع أن يفعله كمبيوتر تزيد سرعته عن "مليون" مثل للكمبيوتر الذى أكتب به هذا النص؟ هل يكون هذا الكمبيوتر عاجزا حقا عن فعل أى شيء مما يفعله مخى البشرى؟ مقدار "المليون" لا يقتصر على أنه أكبر مما يمكن استيعابه بديهيا، وإنما هو أيضا مما لا يتاح التوصل له تجريبيا لأهدافنا الحالية، وبالتالى فإن التخمين هنا ليس غير عقلانى. الأمر الذى يؤدى للذهول هو أن ندرك أن الكثيرين منا سيكتشفون الإجابة فى أثناء سنوات حياتنا، ذلك أن هذا النوع من الكمبيوتر ربما سيصبح سلعة استهلاكية رخيصة فيما يقرب من ثلاثين سنة مثلا.

يجب أن نرى ما فى هذه الصورة الذهنية الأخاذة عن المستقبل من مفارقة صارخة مع "العار العظيم" الموجود فى علم الكمبيوتر، عار أننا فيما يبدو عاجزون عن تأليف برمجيات أحسن بدرجة كبيرة مع ما يحدث من زيادة سرعة الكمبيوترات زيادة كبيرة. تستمر برمجيات الكمبيوتر فى أن تخيب آمالنا. كم كرهت "يونكس" فيما مضى فى السبعينيات، فهو نوع من تكدس شيطانى لحثالة البيانات، تزداد وظيفته غموضا، ويعادى من يستخدمه! لو أن أى فرد أخبرنى عندها أن العودة وراء إلى برنامج يونكس البدائى المربك ستكون الأمل الكبير والفكرة الاستثمارية المستحوذة لسنة ٢٠٠٠، وأن سبب ذلك هو مجرد أن اسمها قد تغير إلى "لينوكس" وأعيد ثانية فتح شفرة مصدرها، لو أخبرنى أحدهم بذلك لما توفر لدى قط العزيمة والشجاعة للاستمرار فى علم الكمبيوتر.

إذا كان هناك أى قانون يرصد بشأن البرمجيات فهو عكس قانون مور: كلما زادت عناصر المعالجة سرعة وعناصر الذاكرة رخصا، زادت البرمجيات في مقابل ذلك بطئا وحشوا، مستنفذة كل الموارد المتاحة. والآن، أعرف أنى لست بالمنصف تماما هنا. لدينا الآن مثلا من حيث التعرف على الكلام وترجمة اللغة ما هو أفضل مما تعودنا عليه، وقد أخذنا نتعلم العمل بقواعد بيانات وشبكات أكبر. ولكن الأمر ببساطة أن اللب من تكنيكاتنا وتكنولوجياتنا للبرمجيات مازال لا يلاحق تقدم العتاد. (وكما أن نوعا من جنس وليد جديد من الروبوتات فائقة الذكاء على وشك أن يلتهم كل الإنسانية، فإنه يحتمل بمثل ذلك تماما أن يتم إنقاذ نوعنا البشرى القديم العزيز بانهيار "ويندوز". وسنجد أن الروبوتات البائسة سوف تسير متثاقلة على نحو يثير الشفقة، وهى تتوسل إلينا لنعيد إجراءات تشغيلها، حتى رغم أنها تعرف أن إعادة إجراءات التشغيل لن تفيدها).

توجد أسباب مختلفة لنزعة البرمجيات لأن تكون غير طيعة، إلا أن أحد الأسباب الأولية هى ما أحب أن أسميه "بالهشاشة". البرمجيات تتقصف قبل أن تنحنى، وبالتالى فإنها تتطلب الكمال فى كون يفضل الإحصائيات. وهذا بدوره يؤدى إلى كل معاناة التراث/الانغلاق وغير ذلك من أوجه الانحراف. توجد مسافة شاسعة بين الكمبيوترات المثالية التى نتخيلها فى تجاربنا الفكرية وبين الكمبيوترات الحقيقية التى تعرف طريقة إطلاق العنان لها فى عالمنا، وهذه المسافة الشاسعة فيها ما يحبط كل الإحباط.

قانون مور فيه نوع من السحر يخلب لب الباحثين ويجعلهم راضين عن أنفسهم. عندما يكون لدينا عامل قوة أسية فى صفنا، فمن المؤكد أنه سيتغلب على كل التحديات: من الذى سيهتم عندها بأى فهم عقلانى، عندما نستطيع بدلا من ذلك أن نعتمد على نوع من سحر أسى من خارج البشر؟ ولكن قوة المعالجة ليست الشيء الوحيد الذى يزيد حجمه بما يثير الإعجاب؛ فهناك أيضا زيادة حجم المشاكل التى ينبغى أن تحلها عناصر المعالجة.

هاكم مثال أقدمه للأفراد غير التكنيكيين ليوضح هذه النقطة. منذ عشر سنوات كان عندى كمبيوتر حجر له برنامج فهرسة يتيح لى البحث عن الملفات

حسب المحتوى. حتى يستجيب البرنامج بالسرعة الكافية عندما أجرى عملية بحث، كان البرنامج يتفحص كل الملفات مقدما ويفهرسها، تماما بمثل ما تفعله الآن آلات البحث من نوع فهرس "جوجل" فى الإنترنت. تستغرق عملية الفهرسة ما يقرب من الساعة. عندى الآن كمبيوتر حجر له سعة أكبر بدرجة هائلة وأسرع بكل الأبعاد، بمثل ما يتنبأ به قانون مور. إلا أن على الآن أن أجعل برنامجى للفهرسة يعمل طوال الليل حتى يقوم بمهمته. هناك أمثلة كثيرة أخرى تبدو الكمبيوترات فيها وقد صارت أبطأ حتى مع أن عناصر المعالجة المركزية قد أصبحت أسرع. واجهات تعامل المستخدم للكمبيوتر تنحو إلى أن يكون معدل زمن استجابتها لإجراءات المستخدم، مثل ضغطه لأحد المفاتيح، معدلا أبطأ فى السرعة مما كان عليه الأمر مثلا منذ خمسة عشر عاما. ما وجه الخطأ؟

الإجابة عن ذلك معقدة.

أحد أجزاء الإجابة جزء أساسى فيها. ثبت فى النهاية أنه عندما يزداد حجم البرامج ومجموعات البيانات (مع زيادة فى سعة التخزين والبث مدفوعة بنفس العلميات التى تدفع زيادة السرعة أسيا فى قانون مور)، فإنه كثيرا ما يحدث عندها زيادة فى الأعباء الداخلية للحوسبة بمعدل أسوأ من أن يكون خطيا. وسبب ذلك أنه توجد بعض حقائق الحياة الرياضية الكريهة فيما يتعلق بالخوارزمات. عندما نجعل إحدى المسائل أكبر بمثلين فإن هذا عادة يجعل الحل يستغرق زمنا يزيد كثيرا عن المثلين. بعض الخوارزمات تكون بهذه الطريقة أسوأ من غيرها، وأحد أركان التعليم المتين لطلبة الجامعة فى علم الكمبيوتر هى أن يتعلموا ما يتعلق بهذه الخوارزمات. يوجد الكثير من المسائل التى تصل أعباؤها الإضافية إلى مقياس هو حتى شاهق بأكثر من قانون مور. ومما يثير الدهشة أن هناك عددا قليلا من الخوارزمات المهمة لأقصى درجة يقاس تزايد أعبائها بمعدل خطى لاغير.

ولكن هذا لا يشكل إلا بداية القصة. من الحقيقى أيضا أنه عندما يكون للأجزاء المختلفة من أحد النظم معدلات سرعة بمقاييس مختلفة (وهذا هو الحال عادة)، فإن أحد هذه الأجزاء قد يصيب الآخر بالارتباك. فى حالة برنامجى

للفهرسة، كان حجم فهرس الأقراص الصلبة ينمو بالفعل بمعدل يتجاوز سرعة التعامل بها. من الممكن أن يتضخم حجم تكلفة الأعباء الإضافية بسبب أمثلة من هذا النوع من الاختلاف المربك فى المقاييس الذى يؤدى إلى أن أحد أجزاء النظام لا يستطيع ملاحقة الآخر. سيظهر عندها عنق زجاجة، بما يشبه تقاطع طرق مختنق فى طريق رئيسى سيئ التصميم، وينتج عن ذلك طفح للانسداد يماثل فى سوئه مواصلات الصباح فى نظام طرق يتسم نمطيا بعدم الكفاءة. كما أنه يماثلها فيما ينتج من تكلفة باهظة وصعوبة عند العمل على التخطيط لحل لها ولتوقيها. (كانت الانتقالات فى شوارع مانهاتن منذ مائة عام أسرع مما هى عليه الآن. والخيل الآن أسرع من السيارات).

ثم نأتى "بعدها" إلى خصمنا القديم، الهشاشة. كلما زاد حجم قطعة من برمجيات الكمبيوتر، زاد ما يرجح من احتمال أن يسيطر عليها شكل من شفرة تراث وزاد توحش الأعباء الإضافية للتعامل مع الأمثلة التى لا تنتهى من عدم التوافق الرهيف الذى ينشأ حتما بين شدف البرمجيات التى شكلت أساسا فى سياقات مختلفة. بل وحتى عند تجاوز هذه التأثيرات، سنجد أن هناك أوجه فشل لخصائص بشرية تزيد من سوء حال البرمجيات، والكثير من هذه الخصائص تكون نسقية وقد تنشأ حتى عندما تكتب الشفرة بواسطة عوامل غير بشرية. سنجد مثلا أن الأمر يستهلك زمنا طويلا جدا وتكلفة باهظة عندما نخطط مقدما لجعل مهام مبرمجى المستقبل أسهل، بحيث ينحو كل مبرمج لاختيار إستراتيجيات تزيد من سوء تأثيرات الهشاشة. عندما يواجه المبرمجون الانسحاق مع الزمان فإن هذا الأمر لا يدفعه أى شىء غير قانون مور، الذى يدفع دائما إلى تحويل مسار مراجعات البرمجيات بمعدل تسارع دائما، من أجل أن نحصل على الأقل على بعض زيادة فى المسافة التى نقطعها نتيجة زيادة سرعات عناصر المعالجة. وبالتالى فإن النتيجة كثيرا ما تكون أن تصبح البرمجيات أقل كفاءة فى بعض السبل حتى عندما تصبح عناصر المعالجة أسرع.

لست أرى أى برهان على أن قانون مور شاهق بالحد الكافى لأن يتفوق فى السرعة على كل هذه المشاكل إلا إذا حدثت إنجازات فكرية إضافية غير متوقعة.

إحدى المقولات الأساسية فى السؤال الذى أبحثه هنا هى، هل السبب فى أن البرمجيات تنحو إلى أن تكون غير طيعة هو فقط وجود خطأ بشرى، أو أن الصعوبة هنا سمة متأصلة داخل طبيعة البرمجيات نفسها؟ إذا كان هناك مصداقية بأى حال للسيناريوهات الغيبية عند كيرزويل، ودريكسلر، وموروافيك، وغيرهم، يكون هذا إذن أهم سؤال واحد فيما يتعلق بمستقبل البشرية.

هناك على الأقل بعض دعم من استعارة مجازية، تدعم احتمال أن يكون اتصاف البرمجيات بأنها غير طيعة صفة متأصلة. حتى أختبر هذا الاحتمال سيكون على أن أكسر قاعدتى التى التزم بها لأصبح للحظة أحد أتباع المذهب الشمولى السيبرنطيقى. الطبيعة قد تبدو أقل هشاشة من البرمجيات الرقمية، ولكننا لو فكرنا فى الأنواع الحية على أنها "برامج"، ستبدو الطبيعة عندها وكأنها هى أيضا لديها أزمة برمجيات. لقد حدث تطور للتطور نفسه - بإدخال الجنس Sex مثلا - ولكن التطور لم يجد أبدا طريقة لأن يصل معدل سرعته لأى شىء إلا أن يكون بطيئا. ربما يكون سبب هذا، فى جزء منه على الأقل، أن التطور يستغرق زمنا طويلا لاستكشاف حيز التغايرات الممكنة لنظام سببى له قدر هائل من الاتساع والتركب، وذلك حتى يجد صيغة أشكال جديدة لها القدرة على الحياة. من الواضح أن هذا البطء فى التطور الطبيعى كوسط للتحول هو أمر نسقى، بدلا من أن يكون ناتجا عن بعض بطء متأصل فى الأجزاء المكونة له. وعلى عكس ذلك، نجد أن التكيف له القدرة على التوصل إلى سرعة مذهلة، فى الظروف المنتقاة. أحد أمثلة هذا التغير السريع هو تكيف الجراثيم إزاء مجهوداتنا لإبادتها. مقاومة المضادات الحيوية مثل معاصر مشهور للسرعة البيولوجية.

يبدو أن البرمجيات التى يخلقها الإنسان هى والانتخاب الطبيعى معا تؤدى إلى تراكم طبقات تراتبية تختلف فى إمكاناتها من حيث سرعة التغير. هناك طبقات بطيئة التغير تحمى مسارح محلية تحوى من داخلها إمكانات لتغير أسرع. وهذا هو الحد الفاصل فى الكمبيوترات بين نظم التشغيل والتطبيقات، أو بين عناصر تصفح الملفات وصفحات ويب. يمكننا رؤية ذلك فى البيولوجيا كما مثلا فى الحد الفاصل

بين الديناميات التى يسيطر عليها الطبع وتلك التى يسيطر عليها التطبع فى العقل البشرى. إلا أنه يبدو أن الطبقات المحبطة هى التى تعين عادة ما لأحد الأنظمة من الخواص وإمكانات عامة.

يخطر بعقل بعض الزملاء أن كل ما علينا أن نفعله هو أن نعين طبقة واحدة فى نظام سيبرنطيقى تكون لها القدرة على التغير السريع ثم نترقب أن يعمل قانون مور سحره. وحتى لو كنا مغروزين مثلا فى مبرمجة لينوكس، فربما ننفذ فيها برنامج شبكة عصبية تنمو فى النهاية إلى درجة من الضخامة والسرعة تكفى (بسبب قانون مور) لأن نتوصل إلى لحظة من نفاذ البصيرة فنعيد كتابة نظام التشغيل الخاص بها. المشكلة هى أننا نجد فى كل مثل نعرفه أن الطبقة التى يمكنها أن تتغير سريعا لا يمكنها أيضا أن تتغير تغيرا كثيرا جدا. تستطيع الجراثيم أن تتكيف بسرعة للأدوية الجديدة ولكنها تظل تستغرق زمنا طويلا جدا للتطور إلى طيور اليوم. ربما يكون هذا نوع متأصل من المقايضة. وكمثل فإننا فى العالم الرقمى نستطيع أن نكتب برمجيات "جافا" جديدة بسرعة لها قدرها، ولكنها لن تبدو مختلفة اختلافا كثيرا عن الأجزاء الإضافية من برمجيات أخرى التى تكتب سريعا؛ عندما نلقى نظرة لما تم إنجازه بهذه الإضافات سنرى أن هذا الأمر حقيقى.

نأتى الآن فى النهاية إلى..

- الاعتقاد السادس، "الجائحة السيبرنطيقية الوافدة". عندما يذهل شخص عميق التفكير من قانون مور، فإن ذهوله قد يكون فيه روع وقد يكون فيه رعب. عبر بيل جوى مؤخرا عن إحدى صور هذا الرعب فى قصة غلاف لمجلة "وايرد". يتقبل بيل تصريحات راى كيرزويل والآخرين ممن يعتقدون أن قانون مور سيؤدى إلى ماكينات مستقلة ذاتيا، ربما بحلول سنة ٢٠٢٠. ستصبح للكمبيوترات عندها، حسب بعض التقديرات، قدرة تماثل تقريبا قدرة المخ البشرى. (ليس بمعنى أن هناك أى فرد لديه بعد المعرفة الكافية لأن يقيس حقا المخ إزاء الكمبيوتر. ولكن دعنا، بغرض النقاش، نفترض أن لهذه المقارنة معناها). حسب سيناريو "الرعب" هذا، لن تكون الكمبيوترات مثبتة داخل

صناديق. ستكون أكثر شبها بالروبوتات، وكلها متصلة معا على شبكة النـت، وسيكون لديها كيس من الحيل له قدره.

ستكون الكمبيوترات قادرة على إنجاز أمور عديدة، أحـدها هـو الإنتـاج النانوى. وسوف تتعلم سريعا أن تتكاثر وتحسن من نفسها. سيحدث ذات يوم رائع، دون أى إنذار، أن تتمكن الماكينات الفائقة الجديدة من إزاحة البشر جانبا على نحو عارض يماثل ما يفعله البشر عندما يتخلصون من غابة لإقامة إنشاءات جديدة. أو ربما ستترك الماكينات البشر موجودين هنا وهناك ليعانوا نوع المهانة الذى صوره فيلم "النسيج الداخلى"، بل وحتى لو اختارت الماكينات غير ذلك فأبقت على أسلافها من البشر، فإن الأشرار من هؤلاء البشر سيتمكنون من استغلال الماكينات لإلحاق أضرار هائلة بسائر البشر. هاك سيناريو مختلف استكشفه أيضا بيل. سوف تتقـدم البيوتكنولوجيا إلى الدرجة التى ستكون برامج الكمبيوترات عنـدها قـادرة علـى استغلال دنا وكأنه مخطوطة مسلسلة لجافا. إذا اسـتطاعت الكمبيـوترات إجـراء الحسابات لتأثير الأدوية، والتعديلات الوراثية، وغير ذلك من التحايلات البيولوجية، وإذا أصبحت أدوات تنفيذ هذه الحيل رخيصة، عندها لن يتطلب الأمـر إلا رجـلا واحدا مجنونا، يقوم مثلا بتخليق وباء يستهدف عرقا واحدا. البيوتكنولوجيا بـدون عنصر قوى رخيص من تكنولوجيا المعلومات لن تكون لها الفعاليـة الكافيـة لأن تحقق تنفيذ هذا السيناريو. والأحرى أن القدرة علـى تشـغيل البرمجيـات علـى كمبيوترات سريعة سرعة خرافية لإيجاد طريقة رخيصة لنمذجة وإرشاد اسـتغلال البيولوجيا، هذه القدرة هى العامل المتأصل فى جذور ذلـك الرعـب أو العامـل المتغاير. لن أتمكن من أوصل على نحو كامل عوامل قلق بيل فـى هـذا السـرد لمختصر، ولكن لعل القارئ قد تفهم الفكرة.

عندى نسخة لقصة "رعب" مختلفة. نستطيع بالفعل أن نرى كيف أن صناعة البيوتكنولوجيا ظلت تجهز نفسها طيلة عقود من السنوات لمشاكل البرمجيات باهظة الثمن. فى حين تنشئ مصانع ومعامل البيوتكنولوجيا كل الأنواع المفيدة من قواعد البيانات وحزم النمذجة، إلا أن كل هذا موجود فى فقاعات تتنامى منفصلة. تتوقـع

كل أداة من هذه أن يتوافق العالم مع متطلباتها. ولما كانت هذه الأدوات جد قيمة، فإن هذا هو ما سيفعله العالم بالضبط، على أننا ينبغى أن نتوقع استخدام موارد هائلة فى مشكلة نقل البيانات من إحدى الفقاعات للأخرى. لم يحدث تخليق لمخ إلكترونى مارد متسق يتكون مع معرفة بيولوجية. يوجد بدلا من ذلك بيانات ممزقة فى فوضى وقطاعات للنمذجة. سيظل الوسطاء لنقل البيانات البيولوجية هم أفراد من الباحثين البشر المحرومين من النوم حتى يحل بعض زمن خرافى فى المستقبل نعرف عنده كيف نصنع برمجيات تصلح فى حد ذاتها لتجسير الفقاعات.

ما الذى سيبدو عليه سيناريو المستقبل على المدى الطويل عندما يواصل عتاد الكمبيوتر أن يصبح أفضل بينما تبقى البرمجيات متدنية؟ الشيء العظيم فيما يتعلق بتلك البرمجيات الزرية هو كمية الوظائف التى تولدها. لو بقى قانون مور يعمل لعشرين أو ثلاثين سنة أخرى، لن يقتصر الأمر على أن تجرى كمية هائلة من الحوسبة فوق كوكب الأرض، وإنما سنجد أيضا أن صيانة هذه الحوسبة تكاد تستنفد جهود كل شخص حى. نحن هنا نتحدث عن كوكب من المكاتب الداعمة.

ناقشت فى مكان آخر كيف أن هذا المستقبل سيكون أمرا عظيما. يحقق الحلم الاشتراكى بالعمالة الكاملة بواسطة وسائل رأسمالية. ولكن دعنا ننظر هنا أمر الجانب المظلم.

هناك عمليات كثيرة تجعلها نظم المعلومات أكثر كفاءة، من بينها عملية الرأسمالية نفسها. تتيح البيئة الاقتصادية التى تكاد تخلو من الاحتكاك، أن تتراكم الثروات فى عدة شهور بدلا من عدة عقود من السنين، إلا أن الأفراد الذين ينجزون التراكم يستمرون على أن يعيشوا زمنا مماثلا لما اعتادوا أن يعيشوه، بل وزمنا أطول فى الحقيقة. وهكذا فإن هؤلاء الأفراد الذين يبرعون فى أن يصبحوا أغنى تكون لديهم الفرصة لأن يصيروا قبل موتهم أغنى من أسلافهم الذين يساوونهم فى الموهبة. ثمة خطران فى ذلك. الخطر الأصغر خطر أكثر مباشرة، وهو أن الأفراد من الشباب الذين تأقلموا على بيئة اقتصادية بتفتح هائج للتلقى قد يصابون بجروح عاطفية بواسطة ما يعتبره سائرنا فترات وجيزة من العودة إلى الحالة السوية. أما

الخطر الأعظم فهو أن الهوة بين الأفراد الأغنى وسائر الناس يمكن أن تصير أخطر على نحو متصاعد. بمعنى أنه حتى لو اتفقنا على أن ارتفاع المد يرفع من مستوى كل السفن، ولكن إذا كان معدل ارتفاع أعلى السفن معدلا أكبر من معدل ارتفاع أكثرها انخفاضا، فإن الفارق الذى يفصل بينهما يظل يتزايد أبدا. بل ونجد حقا أن تركيز الثروة والفقر قد زاد فى أثناء سنوات الإنترنت المزدهرة فى أمريكا. إذا كان قانون مور، أو ما يشبهه، هو الذى يدير العرض، سنجد أن الفارق قد يصل إلى مقياس مذهل. ها هنا يكمن "رعبى"، عندما نأخذ بعين الاعتبار النتيجة النهائية للانقسام المتزايد ما بين الأثرياء ثراء فائقا وأولئك الذين يعيشون بمجرد الستر.

مع ما يوجد الآن من تكنولوجيات فإن الفرد من الأثرياء والفرد من سائر الناس لن يكون بينهما كل هذا الاختلاف؛ فكلاهما، حسب المثل الكلاسيكى، سينزف دما إذا أصابته وخزة. أما مع تكنولوجيا السنوات العشرين أو الثلاثين القادمة، فإنهما ربما يصيران حقا مختلفين تماما. هل سيحدث فى منتصف القرن الجديد أن يكون هناك قابلية لإدراك الأفراد فائقى الغنى كأفراد ينتمون للنوع نفسه مثل سائر الأفراد؟ هناك احتمالات بأنهم سيصيرون نوعا مختلفا اختلافا جوهريا، وهذه الاحتمالات يبلغ من وضوحها ومن إرعابها أن يكون فى ذكرها بعض من الابتذال. سيتمكن الأغنياء من أن يستخدموا أساليب وراثية تجعل أطفالهم أكثر ذكاء، وجمالا، وبهجة. بل وربما سيصبح لهم من الناحية الوراثية نزعة أكبر لأن يكون لديهم قدرة فائقة على التعاطف، ولكنه تعاطف يقتصر على أن يكون مع أفراد يفون ببعض مدى ضيق من المعايير. إن مجرد ذكر هذه الأمور يبدو بالنسبة لى وكأن فيه بعض التدنى، وكأنى أكتب رواية خيال علمى للإثارة، ومع ذلك لا يوجد مفر لنا مما فى هذا الاحتمال من منطق.

دعنا نستكشف احتمالا واحدا لا غير، بغرض إكمال النقاش. سيتمكن أكثرنا ثراء من أن يتحولوا ذات يوم إلى ما يكاد يكون خلودا، ليصبحوا بالنسبة لسائر الناس وكأنهم لا يأتيهم الموت فعلا. (ثبت عمليا فى المعمل إمكان عدم وجود أى شيخوخة سواء فى تزريعات للخلايا أو فى كائنات كاملة). دعنا لا نركز هنا على

المسائل الأساسية فى الوضع الذى يقرب من حالة الخلود، فلا نركز علـى مـا إذا كانت هذه الحالة أخلاقية أو حتى مرغوبة، أو أين سنجد المتسع لـو أن الخالـدين أصروا على مواصلة إنجاب الأطفال. دعنا بدلا من ذلك نركز على مسألة مـا إذا كان من المرجح أن يكون الخلود باهظ التكلفة.

فيما أخمن، سيكون الخلود رخيصا لو حدث أن تحسنت تكنولوجيا المعرفـة تحسنا كبيرا وسيكون باهظ التكلفة لو بقيت البرمجيات متدنية كما هى الآن.

فى ظنى أن ثنائية العتاد/البرمجيات ستعاود الظهور فى البيوتكنولوجيا، بـل وستعاود الظهور فى الحقيقة فيما يتعلق بالتكنولوجيات الأخـرى للقـرن الحـادى والعشرين. يمكننا أن ننظر إلى البيوتكنولوجيا على أنها محاولة لإضفاء الحياة على الكمبيوتر، بمعنى أن البيوتكنولوجيا تأمل أن تعالج عمليـات البيولوجيـا بتفصـيل يتزائيد دائما، بما يؤدى عند بعض زمن بعيد إلى التحكم فيها بالكامل. وبمثل ذلـك فإن النانوتكنولوجيا تحاول أن تفعل الشىء نفسه بالنسبة لعلوم المواد. عندما يصبح الجسد وعالم المادة بصفة عامة أكثر قابلية للتحكم فيهما، وأكثر مشـابهة لـذاكرة الكمبيوتر، عندها سيكون العامل المقيد هو مدى جودة البرمجيات التى تسيطر على هذا التحكم.

على الرغم من أنه يمكن برمجة الكمبيوتر ليؤدى بالفعل أى شىء، فإننا كلنا نعرف أن هذا فى الواقع ليس بالوصف الوافى للكمبيوترات. وكما حاججـت فيمـا سبق، فإن من المستحيل أساسا أن نجعل الكمبيوترات تؤدى مهام محددة ذات تركب له قدره، بطريقة موثوقة وإن كانت قابلة للتعديل، دون التعرض لأحداث انهيار أو اختراق للأمن. نستطيع فقط أن نصل إلى ما يقرب من هذا الهدف، ولن يكون هذا إلا بتكلفة عظيمة.

سنجد بما يماثل ذلك أننا نستطيع على وجه الافتراض أن نبرمج دنا لنصـنع بالفعل أى تعديل فى كائن حى، ومع ذلك فإن تصميم تعديل معين وتنفيذه بإحكام فى الحياة أمر سيظل على الأرجح صعبا صعوبة هائلة. (وكما حاججت من قبل، قـد

يكون هذا أحد الأسباب فى أن التطور البيولوجى لم يجد قط طريقا لأن تكــون لــه سرعة غير سرعته البطيئة جدا). سنجد بما يماثل ذلك أننا نســتطيع علــى وجــه الافتراض أن نستخدم النانوتكنولوجيا لنجعل المادة تفعل ما يكاد يكــون أى شــىء قابل للتصور، إلا أنه ربما سيثبت فى النهاية أن الأمر أصعب كثيرا ممــا نتخيلــه الآن عندما نحاول أن نجعل المادة تؤدى أى شىء فيه تركب دون إحــداث آثــار جانبية خطرة. تتنبأ سيناريوهات بأن البيوتكنولوجيا والنانوتكنولوجيا سوف تــتمكن من أن تخلق بسرعة وبتكلفة رخيصة أشياء جديدة مذهلة ستوجد تحت شمسنا، ولكن يجب أن نتخيل هذه السيناريوهات أيضا أن الكمبيوترات سيصبح منها مهندسون من العلامة شبه المستقلين وفائقى الذكاء. ولكن الكمبيوترات لن تفعل أى شىء من هذا، إذا اتخذنا من درجة تقدم البرمجيات فى نصف القرن الأخير الأداة للتنبؤ بنصــف القرن التالى.

بكلمات أخرى، سنجد أن البرمجيات الرديئة ستجعل من الرذائل البيولوجيــة مثل حالة الاقتراب من الخلود، أشياء باهظة التكلفة فى المستقبل بدلا من أن تكون رخيصة. بل وحتى لو حدث أن صار كل شىء آخر أرخــص، إلا أن تكنولوجيــا المعلومات، إلى جانب ما يبذل فيها من مجهود، ستصبح أبهظ تكلفة.

أن تكون حالة "ما يقرب من الخلود" حالة رخيصة بالنسبة لكل فرد، افتراض فيه قيد ذاتى. لا يوجد حيز كاف يتسع لهذه المغامرة. وسنجد أيضا، إذا تحدثنا على وجه التقريب، أنه لو حدث وصار الخلــود رخيصــا، ستصــير أيضــا الأســلحة البيولوجية المرعبة فى سيناريو بيل جوى أسلحة رخيصة. ومن الجانب الآخر، فإن حالة "ما يقرب من الخلود" عندما تكون بتكلفة غالية سيتمكن العــالم عنــدها مــن تشربها، على الأقل لفترة طويلة نوعا، لأنها ستتضمن عددا أقل من الأفــراد. بــل ولعلهم يستطيعون الإبقاء على التكتم على هذه الحالة.

وإذن، هاكم وجه السخرية. فنفس معالم الكمبيوترات التى تــدفعنا الآن إلــى الجنون وتبقى عددا كبيرا منا فى وظائف مربحة، هذه المعالم نفسها فيهــا أفضــل ضمان لنوعنا لأن يظل باقيا فى الوجود على المدى البعيد فــى أثنــاء استكشــافنا

للأبعاد السحيقة للإمكانات التكنولوجية. إلا أن هذه الخصائص المزعجة نفسها هى التى يمكنها أن تجعل من القرن الحادى والعشرين بيت مجانين تكتب له مسرحية مفعمة بالأوهام والطموحات اليائسة للأفراد فائقى الغنى.

هذا وأنا أشارك زملائى أتباع الشمولية السيبرنطيقية فيما يعتقدون من أنه ستحدث تغيرات هائلة مفاجئة فى المستقبل القريب تجلبها التكنولوجيا. أما الفارق بيننا فهو أنى أعتقد أنه أيا كان ما سيحدث فسيكون من مسئولية أفراد يؤدون أمورا محددة. أعتقد أن معاملة التكنولوجيا وكأنها شىء مستقل ذاتياً هو أقصى ما تصل إليه نبوءة تحقيق الذات. ليس هناك فارق بين الاستقلال الذاتى للماكينة والتخلى عن المسئولية البشرية.

دعنا ننظر فى سيناريو "استيلاء النانوبوتات على مقاليد الأمور". يبدو لى أن أكثر السيناريوهات ترجيحا تتضمن أيا من التالى:

(أ) وجود نانوبوتات فائقة فى كل مكان تدير المبرمجات القديمة، مثل "لينوكس". قد يكون هذا مثيرا للاهتمام. وعلى أى حال سيكون من المتاح الحصول على أفلام جيدة لمباريات الفيديو.

(ب) وجود نانوبوتات فائقة تتطور بالسرعة نفسها مثل النانوبوتات الطبيعية، وبالتالى تفعل شيئا لملايين السنين.

(ج) وجود نانوبوتات فائقة تفعل أشياء جديدة ولكنها تعتمد على البشر. فى هذه الأحوال سيكون البشر هم المتحكمين، للأفضل أو للأسوأ.

هكذا فإننى بالتالى. أحس بالانزعاج بشأن مستقبل الثقافة البشرية أكثر من الانزعاج بشأن تلك الأجهزة. الأمر الذى سيزعجنى بشأن المزاج الثقافى العنيف الذى نراه عند أتباع الشمولية السبرنطيقية هو أنهم فيما يبدو لم ينالوا تعليما بأسلوب التشكيك العلمى التقليدى. وأنا أتفهم سبب تملههم عاطفيا. هناك "بالفعل" وراء تفكيرهم منطق بسيط يفرض نفسه بقوة، وأناقة الفكر هكذا فيها مايعدى.

هناك فرصة حقيقية لأن يحدث للسيكولوجيا التطورية، والذكاء الاصطناعى، ومفعول قانون مور السحرى، وكل سائر تلك الحزمة، أن تروج بمقياس كبير، مثلما راج فرويد أو ماركس فى زمنهما. أو حتى تكون لها فرصة لأن تروج بأكبر من ذلك، حيث إن هذه الأفكار قد ينتهى بها الأمر وقد أصبحت أساسا مبنية داخليا فى البرمجيات التى تدير شئون مجتمعنا وحياتنا. لو حدث هذا، سنجد أن أيديولوجية مثقفى الشمولية السيبرنطيقية سوف تتضخم من بدعة إلى قوة يمكنها أن تسبب معاناة ملايين الناس.

لم تكن أعظم جريمة للماركسية أن الكثير مما ادعته هو ببساطة، زائف وإنما كانت أعظم جرائمها أنها زعمت أنها المسار الوحيد الكامل كمالا مطلقا من أجل فهم الحياة والحقيقة. الغيبيات السيبرنطيقية تتشارك مع بعض أسوأ أيديولوجيات التاريخ فى مبدأ المصير الحتمى المسبق تاريخيا. لا يوجد ما هو أشد كآبة، أو إحباطا، أو إثارة للكرب، من حياة تعاش داخل أغلال إحدى النظريات. دعنا نأمل أن يتعلم أتباع الشمولية السيبرنطيقية التواضع قبل أن يحل لهم يوم تحت الشمس.

الجزء الثالث

أكوان تتطـور

ما مدى سرعته، وصغر حجمه وقوته ؟
قانون مور وكمبيوتر الحجر النهائى.

سيث لويد[1]

قد خلقنا الآن أجهزة تسمى كمبيوترات، تستطيع أن تسجل وتعالج كميات هائلة من المعلومات، أو جزءا له قدره من كمية المعلومات التى يستطيع البشر أنفسهم، كأحد الأنواع، أن يعالجوها. عندما أفكر فى كل المعلومات التى عولجت بهذه الطريقة... أرى نوعنا وقد وصل عند نقطة مهمة جدا فى تاريخه، النقطة التى سرعان ما سيحدث عندها أن تعالج مصنوعاتنا معلومات أكثر مما نستطيع نحن أن نعالجه فيزيقيا.

---

(١) سيث لويد أستاذ الهندسة الميكانيكية فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا وباحث رئيسى فى معمل الأبحاث الإلكترونية بالمعهد. يبحث فى مشاكل تتعلق بالمعلومات والنظم المركبة، بدءا مما هو صغير جدا (كيف تعالج الذرات المعلومات؟ كيف يمكننا أن نجعلها تحوسب؟) ووصولا إلى ما هو كبير جدا (كيف يعالج المجتمع المعلومات؟ كيف نستطيع أن نفهم المجتمع بلغة من قدرته على معالجة المعلومات؟).

تتخلل الحوسبة العلوم كلها. يبدو أن هذا التخطى للحدود قد بدأ منذ ما يقرب من ٢٠٠ سنة، كما يتضح عندما نلقى نظرة على الفقرة الأولى من كتاب "اللوياثان" لهوبز[٢]. وهو يقول فيه إنه كما أننا نعتبر أن الجسد البشرى يشبه الماكينة - يشبه الساعة، حيث لدينا أوتار وعضلات تحرك الطاقة، ودقات نبض كالبندول، وقلب يضخ الطاقة بالطريقة نفسها التى يوفر بها أحد الأثقال الطاقة لبندول الساعة، فإننا بمثل ذلك تماما يمكننا أن نعتبر أن الدولة نظير مماثل للجسد، حيث إن الدولة لها أمير عند الرأس، وأفراد أناس يشكلون أجزاءها الفردية، وكيانات تشريعية تشكل أعضاءها، وهكذا دواليك. ثم يتساءل هوبز، ألا يمكننا فى هذه الحالة أن نعتبر أن الدولة نفسها لها حياة اصطناعية؟

كان هذا، فى حدود ما أعرف، أول استخدام لعبارة "الحياة الاصطناعية" بالطريقة التى نستخدمها الآن. عندما يكون لدينا نظام فيزيائى يتطور بطريقة فيزيائية حسب مجموعة من القواعد، أفلا يمكننا أن نعتبر أنه اصطناعى وأنه مع ذلك حى؟ لم يكن هوبز يتحدث على نحو واضح عن معالجة المعلومات، إلا أن الأمثلة التى استخدمها كانت فى الحقيقة أمثلة من معالجة المعلومات. استخدم هوبز مثل الساعة كشىء صمم لمعالجة المعلومات: فهى تعطينا معلومات عن الزمن. ومعظم قطع الساعة التى وصفها هوبز أدوات لا تقتصر على أنها تحول الطاقة وإنما أيضا تزود بمعلومات. وكمثل، يعطينا البندول معلومات زمنية منتظمة. وهو عندما يناقش أمر الدولة ويتخيل أن لها حياة اصطناعية، يتحدث أولا عن "الرأس"، موضع عمليات تفكير الدولة، وهذا القياس بالتمثيل ينجز فيما أرى شيئين اثنين. الأول أن هوبز مهتم ضمنا بالمعلومات، والثانى أنه يبنى الاستعارة المجازية الأساسية عن البحث العلمي والتكنولوجي. عندما نفكر فى ماكينة على أنها تحوى نوعا من الحياة داخلها ويخصها هى نفسها، وعندما نفكر فى الماكينات على أنها

---

(٢) اللوياثان وحش بحرى أسطورى ورد ذكره فى الكتاب المقدس، كما يرمز أيضا للدولة خاصة عندما تكون دكتاتورية. توماس هوبز (١٥٨٨ - ١٦٧٩) فيلسوف إنجليزى داعية للحكم الملكى المطلق. (المترجم)

تؤدى النوع نفسه من الأمور التى نؤديها، فإننا بذلك نفكر أيضا فى النتيجة الطبيعية لذلك، وهى أننا نؤدى نوع الأمور نفسها التى تؤديها الماكينات. هذه الاستعارة التى تعد من أشد الاستعارات قوة فى عصر "التنوير"، كانت تتخلل كل الثقافة الرائجة وقتها. ويمكن للمرء أن يحاج فى النهاية بأنها أدت إلى نشأة صورة نيوتن الدينامية عن العالم هى والأبحاث العظيمة فى الديناميكا الحرارية والحرارة التى وفدت بعد ذلك بمائة وخمسين سنة وأصبحت هى الاستعارة الميكانيكية المركزية التى ظلت تنير كل العلم بالمعلومات حتى القرن العشرين.

متى بدأ الناس لأول مرة يتحدثون عن المعلومات بهذه اللغة بحيث إن معالجة المعلومات أصبحت، بدلا من الساعة، الاستعارة المركزية لزمننا؟ لم يبدأ الناس التفكير فى الاستعارة الميكانيكية إلا بعد أن بدأوا بناء الماكينات وصار لديهم بعض أمثلة ميكانيكية جيدة - كالساعات مثلا. كان القرن السابع عشر قرنا رائعا لصنع الساعات؛ والحقيقة أن القرنين السابع عشر والثامن عشر كانا قرنين رائعين كفترة لبناء الماكينات. وكما أن الناس لم يأخذوا فى تصور العالم باستخدام الاستعارات الميكانيكية إلا بعد أن بنوا الماكينات، فبمثل ذلك تماما لم يأخذ الناس فى تصور العالم بلغة من المعلومات ومعالجة المعلومات إلا بعد أن أخذوا يتعاملون مع المعلومات ومعالجة المعلومات. أتيحت عند نهاية القرن التاسع عشر كل المواد الرياضية والنظرية اللازمة للتفكير فى العالم بلغة من المعلومات، وسبب ذلك أن كل المعادلات الأساسية للميكانيكا الإحصائية كانت قد أبدعت بواسطة جيمس كلارك ماكسويل، ولودفيج بولتزمان، وويلارد جيبز. عرفت معادلة المعلومات من زمن يرجع إلى ثمانينيات القرن التاسع عشر، ولكن الناس لم يدركوا أنها تعالج المعلومات؛ وبدلا من ذلك، فإنهم بسبب من درايتهم بأمور كالحرارة والنظم الميكانيكية التى تعالج الحرارة، أطلقوا على المعلومات فى مظهرها الميكانيكى أو الدينامى الحرارى، اسم "الإنتروبيا".(٣)

---

(٣) الإنتروبيا عامل رياضى لقياس الطاقة غير المستفاد منها فى نظام ديناميكى حرارى. وهى أيضا مبدأ بأن ترتيب جزيئات المادة ينزع دائما للتغير من الانتظام إلى ما هو أكثر اضطرابا وفوضى أو زيادة فى الإنتروبيا. (المترجم)

ثم أتت فكرة إنشاء ماكينات تعالج بالفعل المعلومات. حاول تشارلز بابــاج، فيما يرجع إلى أوائل القرن التاسع عشر، أن ينشئ ماكينة من هذا النــوع، ولكــن محاولته باءت بفشل مدوى باهظ التكلفة ولم تصل إلى دخول تيار العلم الرئيســى. ولم يحدث إلا فى ثلاثينيات القرن العشرين أن أفرادا مثل كلود شــانون وروبــرت واينر ومن قبلهما هارى نيكويست، أخذوا يفكرون فى معالجة المعلومات لأغراض الاتصال، والتغذية المرتدة، والتحكم – المجال الذى عرف بعــدها بالســيبرنطيقا. ظهرت فى أواخر خمسينيات وأوائل ستينيات القرن العشرين فكرة بأن السيبرنطيقا ستحل لنا كل مشاكلنا – فتتيح لنا مثلا أن نكتشف أمورا مثل طريقة عمــل نظمنــا الاجتماعية – إلا أن هذه الفكرة فشلت فشلا هائلا، ليس بسبب أنها بالضرورة فكرة خطأ وإنما بسبب أن التكنيكات اللازمة لأداء ذلك لم يكن لها وجود وقتها (وإذا كنا واقعيين، فإنها فى الحقيقة قد لا توجد قط). بل إن التطبيقات الناجحة للسيبرنطيقا لم تعد حتى تسمى الآن بالسيبرنطيقا، لأنها مغروسة إلى حد بــالغ فــى تكنولوجيتنــا لمجالات مثل نظرية التحكم وتكنيكات علم الهواء والفضاء التــى اســتخدمت فــى وضع الإنسان فوق القمر. يأتى بنا هذا إلى القرن العشرين والإنترنت، وهى بمعنى ما تكاد تكون التوأم الشرير للسيبرنطيقا. كلمة السيبرنطيقا مــأخوذة عــن الكلمــة اليونانية "kybernotos" التى تعنى الحاكم، أو تعنى فــى الواقــع مــدير الدفــة. فالـــ"kybernotos" هو ربان السفينة. والسيبرنطيقا كما فهمت فى أول الأمر كانت تتعلق بشأن الحكم، أو التحكم، أو الإرشاد. فيما أرى، فإن الشيء العظــيم بشــأن الإنترنت هو أنها خارج نطاق التحكم بالكامل.

أنا بحكم تأهيلى فيزيائى وقد تعلمت أن يكون تفكيرى عن العالم بلغــة مــن الطاقة، والعزم، والضغط، والإنتروبيا. لدينا كل هذه الطاقة، وثمة أشــياء تحــدث، وأشياء تتدافع فوق أشياء أخرى، وأشياء تتواثب فيما حولنا. ولكن هذا هو نصــف القصة لا غير. أما نصف القصة الآخر، نصفها المكمل، فهو القصة التــى تــدور حول المعلومات، وهاهنا تكون السيبرنطيقا أساسا فى الطريق الصــحيح. يمكننــا بإحدى الطرائق أن نفكر فيما يجرى فى العالم على أنه طاقة، الأشياء تتحرك هنــا وهناك، الأشياء يتواثب أحدها بعيدا عن الآخر، تلك هى الطريقة التى ظل النــاس

يفكرون بها عن العالم لما يزيد عن ٤٠٠ سنة، منذ جاليليو ونيوتن. إلا أن ما يفتقد في تلك الصورة هو ما "تؤديه" تلك الأشياء. هذا سؤال يدور حول المعلومات. ما الذى يجرى؟ التفكير فى العالم بلغة المعلومات أمر مكمل للتفكير عن العالم بلغة الطاقة. فيما أرى فإن هذا هو موضع وجود الفعل، التفكير فى العالم كموضع التقاء للمعلومات والطاقة وكيف تعمل إحداهما بالإثارة ضد الأخرى. وهذا بالضبط ما كانت السيبرنطيقا تدور حوله. فكر نوربرت واينر فى السيبرنطيقا، وهو الأب لها، بلغة المعلومات، فى أمور مثل تحكم التغذية المرتدة. وكمثل، ما مقدار المعلومات التى نحتاجها لنجعل شيئا ما يحدث؟ كان أول أفراد درسوا هذه المشاكل علماء تصادف أن كانوا فيزيائيين، وأول شخص كان يعى بوضوح الصلة بين المعلومات، والإنتروبيا، والكميات الفزيائية كالطاقة، كان ماكسويل، وهو الذى كتب فى خمسينيات وستينيات القرن التاسع عشر المعادلات التى تحدد العلاقة بين ما نسميه الآن بالمعلومات وبين أمور مثل الطاقة والإنتروبيا.

ما يفرق أساسا بين البشر ومعظم الكائنات الحية الأخرى هى الطريقة التى نتعامل بها مع المعلومات. أنشأنا اللغة الطبيعية فى وقت ما من خط الأحداث، ربما يكون منذ ١٠٠٠٠٠ سنة، وكان من هذه اللغة طريقة عامة لمعالجة المعلومات، ومنذ ذلك الوقت أخذ تاريخ البشر يتكون من إنشاء طرائق تتزايد أبدا فى رقيها لتسجيل المعلومات، ومعالجتها، وتحويلها، والتعامل معها. وقد خلقنا الآن أجهزة تسمى كمبيوترات، تستطيع أن تسجل وتعالج كميات هائلة من المعلومات، أو جزءا له قدره من كمية المعلومات التى يستطيع البشر أنفسهم كأحد الأنواع أن يعالجوها. عندما أفكر فى كل المعلومات التى عولجت بهذه الطريقة - كل المعلومات التى يتم توصيلها عبر الإنترنت؛ والكمية الإجمالية التى تتم معالجتها بواسطة البشر هم ومصنوعاتهم - أرى نوعنا قد وصل عند نقطة مهمة جدا فى تاريخه، النقطة التى سرعان ما سيحدث عندها أن تعالج مصنوعاتنا معلومات أكثر مما نستطيع نحن أن نعالجه فيزيقيا. وهكذا أجد على أن أتساءل، ما عدد البتات التى أعالجها فى كل ثانية فى رأسى؟ أستطيع أن أقدر ذلك. هناك ما يقرب من ١٠ بلايين عصبون، يعالج كل واحد منها ما يقرب من مائة بتة فى كل ١٠٠٠/١ من الثانية، وإذن فإن

إجمالى قدرة المخ على معالجة المعلومات يقرب من مليون بليون بتة فى الثانية. إذا كنت تعتقد أن معالجة المعلومات هى موضع وجود الفعل، فإن هذا قد يعنى أن البشر لن يصيروا بعد ذلك فى موضع وجود الفعل. ولكن حيث إننا نحن الذين خلقنا هذه الأجهزة التى تؤدى هذه المعالجة الضخمة للمعلومات، فإننا كنوع، قد استقر بنا الوضع على نحو فريد لنجعل حياتنا مثيرة للاهتمام والاستمتاع بطرائق لا يمكن التنبؤ بها بالكامل.

كل نظام فيزيائى يستطيع عن طريق مجرد وجوده أن يسجل المعلومات. وكل نظام فيزيائى يستطيع عن طريق مجرد تطوره حسب دينامياته الخاصة به أن يعالج تلك المعلومات. وأنا أهتم بالطريقة التى يسجل العالم بها المعلومات، والطريقة التى يعالجها بها. ولكن لما كنت عالما يتعامل بفيزياء الطريقة التى تعالج بها الأشياء المعلومات، فإنى أهتم بتلك الفكرة بطريقة أكثر تحددا. ما أود أن أكتشفه لا يقتصر على الطريقة التى يعالج العالم بها المعلومات، وإنما أود أيضا أن اكتشف "مقدار" المعلومات التى يعالجها. أخذت مؤخرا أبحث فى طرائق تحديد القيم العددية لكمية المعلومات التى تعالج، وذلك بأن نستخدم لا غير ديناميات فيزيائية عادية. خطر لى من سنين معدودة فكرة أن أوجه السؤال التالى: باعتبار أن القيود الأساسية على الطريقة التى رتب بها العالم هى: (١) سرعة الضوء التى تقيد السرعة التى تستطيع بها المعلومات الانتقال من مكان لآخر؛ و(٢) ثابت بلانك الذى يخبرنا بما يكونه المقياس الكمومى، ومدى صغر الحجم الذى يمكن أن تصل له الأشياء فعلا قبل أن تختفى كليا؛ و(٣) آخر ثابت أساسى فى الطبيعة، ثابت الجاذبية، الذى يخبرنا أساسا بمدى كبر الحجم الذى يمكن أن تصل إليه الأشياء قبل أن تتقلص على نفسها، باعتبار هذه القيود ماذا يكون كم المعلومات التى يمكن فيما يحتمل معالجتها؟ يثبت فى النهاية أن الجزء الصعب من هذا السؤال كان فى المقام الأول القيام بتصميمه. فبمجرد أن تمكنت من وضع السؤال، لم يستغرق استنتاج طريقة الإجابة عنه إلا فترة من ستة أشهر إلى سنة، ذلك أن جوانب الفيزياء المتضمنة فيه هى جوانب مباشرة إلى حد كبير. فهو يتضمن ميكانيكا الكم، والجاذبية، وربما يدخله

بعض جزء من الجاذبية الكمومية، ولكن ليس كبيرا بما يكفى لأن يجعل الأمور بالغة الصعوبة.

الدافع الآخر لمحاولة الإجابة عن هذا السؤال هو تحليل "قانون مور". الكثير من أهداف مجتمعنا الثمينة هى نتاج لهذا القانون اللافت للنظر الذى يدور حول التصغير. أصبح الناس بارعون " إلى أقصى حد " فى تصغير مكونات النظم "الى أقصى حد". هذا هو ما يكمن وراء التزايد الذى لا يصدق فى قدرة الكمبيوترات، وما يكمن وراء التزايد المذهل فى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (مثل الإنترنت)، وما يكمن وراء الجزء الكثير من كل تقدم فى التكنولوجيا يمكننا التفكير فيه، بما فى ذلك مجالات علوم مثل علم المواد. وأنا أحب أن أعتبر أنه أعظم ما توصلنا له فى تاريخ البشرية من استحواذ على الأشياء.

سنجد من المنظور الهندسى أن هناك طريقتين لجعل شىء ما أكبر. إحداهما أن نجعل الشىء أكبر فيزيقيا، وقد أنفق البشر وقتا كثيرا لجعل الأشياء أكبر فيزيقيا، مستنبطين طرائق لإضفاء قوة أكبر على النظم، فيبنون مبانى أكبر، ويوسعون منطقة أرضهم على حساب الآخرين، وهلم جرا. إلا أن هناك طريقة أخرى لجعل الأشياء أكبر وهى أن نجعل الأشياء أصغر. الحجم الحقيقى لأحد النظم ليس هو مدى كبر حجمه فى الواقع؛ الحجم الحقيقى هو النسبة بين حجم أكبر جزء فى النظام وأصغر جزء فيه، بمعنى ما يكونه أصغر جزء فى النظام يمكننا بالفعل أن نجعله موضع استخدامنا. وكمثل، فإن السبب فى أن الكمبيوترات الآن قد زادت قوتها أكثر بكثير عما كانت عليه من عشر سنوات هو أنه يحدث كل عام ونصف العام أو ما يقرب، أن ينخفض حجم المكونات الأساسية للكمبيوترات (الأسلاك، ورقائق المنطق، وما إلى ذلك) انخفاضا بعامل من اثنين. ويسمى هذا " قانون مور"، وهو مجرد حقيقة تاريخية عن تكنولوجيتنا.

فى كل مرة ينخفض حجم شىء ما بعامل من اثنين، سنتمكن من حشد ضعف كميته فى أحد الصناديق، وبالتالى فإن قوة الكمبيوترات تصل إلى الضعف كل عامين أو ما يقرب، وقد ارتفعت قوة الكمبيوترات على مر خمسين سنة بعامل

من المليون أو أكثر. وبهذا المعنى، فإن العالم قد أصبح أكبر بمليون مثل، لأننا صرنا قادرين على أن نجعل أصغر الأجزاء القابلة للاستخدام فى العالم أقل حجما بمليون مثل. وهكذا فإننا نعيش فى زمن مثير. على أن ثمة سؤالا معقولا نسأله، إلى أين سينتهى هذا كله؟ منذ طرح مور قانونه فى أوائل ستينيات القرن العشرين تم إلغاؤه فى مرات عديدة. فقد ألغى فى أوائل السبعينيات لأن الناس اعتقدوا أن تكنيكات تصنيع الدوائر المتكاملة سوف تنهار وأننا لن نستطيع جعل الأشياء أصغر من حجم يقاس بعشرة ميكرونات. يحدث الآن مرة أخرى إلغاء لقانون مور، لأن الناس يقولون إن الحواجز العازلة بين الأسلاك فى الكمبيوتر ستصل إلى أن تكون بسمك لا يتجاوز سمك عدة ذرات، وعندما يكون لدينا عازل لا يزيد سمكه عن عدة ذرات، ستتمكن الإلكترونات من شق مسار من خلاله كالنفق فلا يعود بعد عازلا جيدا. حسن، ربما سيؤدى هذا إلى إيقاف قانون مور، إلا أن شيئا لم يوقفه حتى الآن.

هل هناك بعض حد يجب عنده أن يتوقف قانون مور؟ يشمل هذا السؤال القيود الفيزيائية النهائية للحوسبة: نحن لا نستطيع أن نرسل إشارات بسرعة أكبر من سرعة الضوء، ولا نستطيع تصغير حجم الأشياء لأصغر مما تسمح به قوانين ميكانيكا الكم، وإذا جعلنا الأشياء أكبر مما ينبغى فإنها ستتقلص لا غير إلى ثقب أسود مارد. من المستحيل أن نغش أمنا الطبيعة، فى حدود ما نعرف.

رأيت أن من المثير للاهتمام أن نعرف ما تقوله القوانين الأساسية للفيزياء عن مدى السرعة التى يمكن أن تصل لها الكمبيوترات، ومدى صغر حجمها، ومدى قوتها. الواقع أنه يثبت فى النهاية أن هذين السؤالين هما السؤال نفسه، وأولهما السؤال عن أنه "باعتبار قوانين الفيزياء، إلى أى مدى من القوة يمكن أن تصير الكمبيوترات؟" وهما السؤال نفسه لأن الإجابة عنهما تكون فى نفس الموضع، وهو الموضع الذى نستخدم فيه كل مورد فيزيائى متاح لأداء الحوسبة – كل جسم صغير تحت ذرى، كل أوقية من الطاقة، كل فوتون فى نظامنا. فالسؤال هو "ما مقدار الحوسبة فى ذلك؟" حتى نبحث هذا، رأيت أن أحد الأشكال المعقولة

للمقارنة هو أن أنظر أمر ما أسميه "كمبيوتر الحجر النهائى". دعنا نسأل عما يمكن أن تكون عليه قوة هذا الكمبيوتر.

الفكرة هنا هى أننا نستطيع أن نضع علاقة بين قوانين الفيزياء والقيود الأساسية على الحوسبة، وبين شيء نكون على دراية به، شيء له بمقياس بشرى كتلة تقترب من الكيلو جرام، مثل كمبيوتر حجر لطيف، وله حجم يقرب من اللتر، لأن ما يقاس بالكيلوجرامات واللترات يصلح إلى حد كبير لأن يوضع فى الحجر ويكون له حجم معقول عند النظر إليه، ومعقول لأن يوضح فى حقيبة أوراق صغيرة، إلخ. بحثت هذه المشكلة لما يقرب من سنة، أمكننى بعدها أن أبين أن قوانين الفيزياء تعطى إجابات مطلقة عن كمية المعلومات التى نستطيع معالجتها بكيلوجرام من المادة مقيد بحجم من لتر واحد. تتعلق كمية المعلومات التى يمكننا معالجتها، وعدد البتات التى يمكننا تسجيلها فى الكمبيوتر، وعدد العمليات التى يمكننا إجراؤها فى كل ثانية على هذه البتات، يتعلق كل هذا بالكميات الفيزيائية الأساسية: ثوابت الطبيعة السابق ذكرها؛ سرعة الضوء، وثابت بلانك، وثابت الجاذبية. ويمكننا بوجه خاص أن نبين دون مشاكل كثيرة أن عدد العمليات المنطقية التى يمكننا إجراؤها فى كل ثانية باستخدام كمية معينة من المادة هو عدد يتناسب مع طاقة هذه المادة.

لن يكون من الصعب جدا بالنسبة للقراء ذوى التفكير التكنيكى أن يتناولوا سريعا المعادلة المشهورة ط = ك س٢ (الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء)، ويستخدموا بحث نورمان مارجولوس وليف لفيتين، ليبينوا أن إجمالى عدد العمليات المنطقية الأولية التى نستطيع إجراؤها فى الثانية باستخدام كيلوجرام من المادة هو مقدار الطاقة، ك س٢، مضروبا فى ٢، ومقسوما على h-bar (ثابت بلانك)، مضروبا فى Pi (باى)[٤]. حسن، لا يتوجب أن تكون أينشتين لإجراء هذه العملية الحسابية. الكتلة هى كيلو جرام واحد، وسرعة الضوء هى ٣ × ١٠^٨ من الأمتار

(٤) باى: الحرف السادس عشر فى الأبجدية الإغريقية وله قيمة رقمية فى المعادلات. (المترجم)

فى كل ثانية، وبالتالى فإن ك س٢ هى ما يقرب من ١٠^١٧ جول.(٥) هذا كم له قدره من الطاقة، أعتقد أنه على وجه التقريب يساوى مقدار الطاقة الذى تستخدمه محطات الطاقة النووية فى العالم كله على مر أسبوع أو ما يقرب. هذا إذن كم لـه قدره من الطاقة، ولكن دعنا نفترض أننا نستطيع استخدامه لإجراء عمليات حوسبية. لدينا هكذا ١٠^١٧ جول، ويصل (h-bar) بالتقريب إلى ١٠^-٣٤ جول فى الثانية. وإذن فإن لدينا ١٠^١٧ جول مقسومة على ١٠^-٣٤ جول/ثانية، فيكون الناتج هو عدد العمليات: ١٠^٥١ عملية فى الثانية. وبالتالى فإننا نستطيع أداء ١٠^٥١ عملية فى الثانية، و ١٠^٥١ هى تقريبا مليون بليون بليون بليون بليون بليون عملية فى الثانية، بما هو أسرع كثيرا من كمبيوتر الحجر التقليدى. وهذه هى الإجابة. لن نستطيع فعل ما هو أفضل من ذلك، فى حدود ما يتعلق بقوانين الفزياء.

كتبت هذا فى مجلة "ناتشر" (الطبيعة) منذ سنتين، ويواصل الناس من وقتها الاتصال بى لطلب كمبيوتر من كمبيوترات الحجر هذه. ولسوء الحظ أنه لم ينشأ بعد المصنع اللازم لصنعها. يمكننا أيضا أن نسأل، ما السبب فى أن كمبيوتراتنا التقليدية للحجر هى بالمقارنة بطيئة هكذا هذا البطء البالغ، فى حين أننا واصلنا اتباع قانون مور هذا لما يقرب الآن من خمسين سنة؟" والإجابة هى أن الكمبيوترات التقليدية ترتكب خطأ (يمكن النظر إليه على أنه خاصية أمان لكمبيوتر الحجر) وهو أنها تحبس معظم طاقتها فى شكل مادة، بحيث إنها بدلا من أن تستخدم تلك الطاقة فى التعامل مع المعلومات وتحويلها، فإن معظمها يروح فى جعل كمبيوتر الحجر قابعا هناك ليكون كمبيوتر حجر. لو حدث أنى أخذت مخرج طاقة أسبوع من المحطات النووية للعالم كله وأطلقتها فى التو، سيكون لدى ما يشبه كثيرا الانفجار النووى الحرارى، لأن الانفجار النووى الحرارى هو أساسا أن تأخذ ما يقرب من كيلو جرام من المادة وتحوله إلى طاقة. هكذا نستطيع أن نفهم مباشرة أن كمبيوتر الحجر النهائى ستكون لديه مشاكل شديدة فى طريقة تعبئته وصنعه. لن

---

(٥) الجول وحدة لقياس الشغل والطاقة تساوى الشغل الذى تبذله قوة من نيوتن واحد لإحداث إزاحة متر واحد فى اتجاه القوة. (المترجم)

يكون من السهل أن نمنع هذا الشيء، ليس فقط من أن يقضي على الواحد منا، وإنما من أن يقضي أيضا على مدينة بوسطن بأسرها عندما نبدأ إجراءات تشغيله لأول مرة.

لا حاجة للقول بأني لم أستكشف الطريقة التي سنعبئ بها في صندوق هذا الكمبيوتر النهائي للحجر، وإن كان ذلك جزءا من متعة إجراء الحسابات طبقا للقوانين النهائية في الفيزياء. قررت أن أحسب عدد العمليات التي يمكننا أداؤها في الثانية وأن أؤجل قلقي بشأن تعبئة الكمبيوتر لوقت لاحق. الآن وقد وصلنا إلى ١٠^٥١ عملية في الثانية سيكون السؤال التالي، ما هو حيز ذاكرة هذا الكمبيوتر الحجري.

عندما أذهب لشراء كمبيوتر حجر جديد، سأسأل أولا عن عدد ما يمكن له إجراؤه من العمليات في الثانية. إذا كان هذا العدد شيئا مثل ١٠٠ ميجاهرتز[٦]، سيكون الجهاز بطيئا نوعا بالمعايير الحالية، وإذا كان العدد جيجا هيرتز فإن هذا سريع نوعا، وإن كان لايزال بعيدا جدا عن سرعة ١٠^٥١ عملية في الثانية. نقترب عند الجيجا هرتز من ١٠^١٠، أو ١٠^١١ أو ١٠^١٢، بما يعتمد على الطريقة التي يجرى بها حاليا عد العمليات في الثانية. يلي ذلك أن نسأل عن عدد ما لدينا من البتات. ماذا يكون حجم مسير القرص الصلب[٧] لهذا الكمبيوتر أو ما حجم ذاكرته من نوع (رام = RAM[٨]). نستطيع أيضا أن نستخدم قوانين الفيزياء لحساب هذا الرقم، وحوسبة قدرة الذاكرة أمر كان سيمكن للناس فعله في زمن يرجع إلى العقود الأولى من هذا القرن.

نحن نعرف كيف نعد البتات. نأخذ عدد حالات المادة، وعدد الحالات هو رقم (٢) مرفوعا لأس عدد البتات. عند ١٠ بتات يكون الرقم ٢^١٠ حالة. ونواصل

(٦) الهيرتز: وحدة التردد في النظام الدولي وتعني دورة في الثانية. والميجا = مليون، والجيجا = بليون. (المترجم)

(٧) المسير: أداة لنقل البيانات من القرص لذاكرة الكمبيوتر أو العكس. (المترجم)

(٨) رام اختصار الكلمات الإنجليزية التي تعني ذاكرة النفاذ العشوائي. (المترجم)

ذلك حتى نجد أننا عندما يقرب من ٣٠٠ بتة سيكون الرقم ٢ ^٣٠٠^، وهذا يقرب من ١٠ ^١٠٠^ حالة، وهذا في جوهره رقم أكبر نوعا من عدد الجسيمات في كل الكون. لو كان لدينا ٣٠٠ بتة فإننا نستطيع أن نخصص رقما مسلسلا لكل جسيم في الكون، وهذه وسيلة للاستفادة بقوة بالمعلومات. نستطيع أن نستخدم عددا صغيرا جدا من البتات لوضع بطاقة مميزة لعدد هائل من الأشياء.

ما عدد البتات التي يحوزها هذا الكمبيوتر النهائي للحجر؟

لدينا كيلو جرام من المادة مقيد في حجم لتر واحد. ما عدد الحالات التي يمكن وجودها هنا، أي عدد الحالات الممكنة للمادة المقيدة في حجم لتر واحد؟ تصادف أن هذه عملية حسابية أعرف طريقة القيام بها، لأني درست علم الكون، وهذا العلم يوجد فيه ذلك الحدث المسمى "بالانفجار الكبير"، الذي وقع منذ ما يقرب من ١٣ بليون سنة. في أثناء الانفجار الكبير كانت المادة في درجات قصوى من الكثافة والضغوط. تعلمت من علم الكون كيف أجري حساب عدد حالات المادة التي لها درجة مرتفعة جدا من الكثافات والضغوط. وبالطبع فإن كثافة كمبيوتر حجري يست بهذا المقدار الهائل؛ فهي كيلو جرام من المادة في حجم لتر. على أننا إذا أردنا أن نسأل عن عدد الحالات لهذه المادة وهي في لتر، سيكون علينا أن نجري حسابا لكل تشكل ممكن، ولكل حالة كمومية أولية ممكنة لهذا الكيلوجرام من المادة في حجم اللتر الواحد. يثبت في النهاية أننا عندما نحصي معظم هذه الحالات، ستبدو هذه المادة وكأنها موجودة وسط انفجار نووي حراري، وكأنها قطعة صغيرة من الانفجار الكبير بعد لحظات قليلة من ولادة الكون، عندما كانت الحرارة حوالي بليون درجة. وعندما نسأل عما تكونه معظم حالات المادة عند درجة حرارة البليون، إذا تم إطلاقها بالكامل وتمكنت من أن تفعل أيا مما تريده، فسنجد أنها عندها ستشبه كثيرا البلازما[٩] عند درجة حرارة بليون بمقياس كلفن. تتكون الإلكترونات والبوزيترونات من لا شيء وتعود ثانية إلى حالة الفوتونات، ويكون

---

(٩) البلازما مرحلة تأين عالي للغازات في درجات حرارة عالية جدا، وتتساوى في البلازما عدد الأيونات الموجبة وعدد الإلكترونات السالبة فتعادل كهربائية. (المترجم)

هناك الكثير من الجسيمات الأولية تئز فيما حولها، والحرارة ساخنة جـدا. تحـدث أمور كثيرة، ولكننا مازلنا نستطيع أن نحسب عدد الحـالات الممكنـة باسـتخدام الطرائق التقليدية التى يستخدمها الناس لحساب عدد الحالات فى الكـون المبكـر. سنأخذ لوغاريتم عدد الحالات فنحصل على مقدار كمى يعد طبيعيا أنـه إنتروبيـا النظام. سيعطينا هذا عدد البتات؛ سنجد أن هناك تقريبا $١٠^{٣١}$ بتة متاحة. يعنى هذا أن هناك اثنين بأس $١٠^{٣١}$ من الحالات الممكنة التى يمكن أن تكـون هـذه المـادة عليها. هذا عدد كثير من الحالات، ولكننا نستطيع عدها. ما يثير الاهتمام هنا هو أن لدينا $١٠^{٣١}$ بتة، وأننا نؤدى $١٠^{٥١}$ عملية فى الثانية، وبالتالى فإن كل بتة تسـتطيع أداء ما يقرب من $١٠^{٢٠}$ عملية فى الثانية. ما الذى يعنيه هذا المقدار؟

ثبت فى النهاية أن هذا المقدار – أو ذا شئت عدد العمليات فى كل ثانية لكل بتة – هو أساسا درجة حرارة البلازما. نأخذ هذا الرقم ونضربه فى ثابـت بلانـك فيكون ما نحصل عليه هو أساسا الطاقة لكل بتة. هذا ما تكونـه الحـرارة؛ فهـو يخبرك عن الطاقة لكل بتة. وهو يخبرك عن كمية الطاقة المتاحة للبتة حتى تؤدى عملية منطقية. لما كنا نعرف أننا عندما يكون لدينا كمية معينة من الطاقة نسـتطيع أداء عدد معين من العمليات فى كل ثانية، فإن الحـرارة إذن تخبرنـا عـن عـدد العمليات لكل بتة لكل ثانية التى يمكن أداؤها بواسطة كمبيوتر الحجر النهـائى، أى كيلوجرام من المادة فى حجم لتر: إنه عدد العمليات لكل بتة لكل ثانية الذى يمكـن أداؤه بتلك الجسيمات الأولية التى وجدت فيما مضى عند بدء الزمان، فى الانفجار الكبير، عدد المرات التى تستطيع فيها البتة أن تتقلب، أو عدد المرات التى يمكن أن تتفاعل فيها مع البتات المجاورة لها، أو عدد العمليات المنطقية الأولية. لدينا هكـذا رقم، أليس كذلك؟ $١٠^{٢٠}$. وهذا يماثل تماما أن العدد الإجمالى للعمليات، $١٠^{٣١}$، هو رقم، معلمة فيزيائية تميز كيلو جراما من المادة فى حجم من لتر. وبمثل ذلك فـإن $١٠^{٥١}$ عملية فى الثانية هو رقم العمليات فى كل ثانية، الذى يميز كيلو جراما مـن المادة، سواء كان أو لم يكن فى حجم من لتر.

أما وقد قطعنا شوطا كبيرا فى طريقنا هذا، فإنه ليس من داع لأن نتوقـف، على الأقل بالنسبة لهذه التمارين النظرية التى لا تضر أحدا. قد استخدمنا حتى الآن

الثوابت الأولية للطبيعة: سرعة الضوء التى تخبرنا بكمية الطاقة التى نحصل عليها من كتلة معينة، ومقياس بلانك الذى يخبرنا بأمرين معا، عدد العمليات فى كل ثانية الذى نستطيع الحصول عليه من كمية معينة من الطاقة وكذلك الطريقة التى نحسب بها عدد الحالات المتاحة من قدر معين من الطاقة. وبالتالى نستطيع أن نحسب عدد العمليات لكل ثانية الذى يمكن أن تؤديه كمية معينة من المادة وكمية حيز الذاكرة الذى يكون متاحا لنا فى كمبيوترنا النهائى.

نستطيع بعد ذلك أن نحسب أيضا أى نوع من القضايا المثيرة للاهتمام، كأن نحسب مثلا ما يكونه المعدل الممكن للمدخل/المخرج لكل هذه البتات فى حجم من اللتر. يمكننا أن نقول، "طيب، هاكم كل هذه البتات التى تقبع فى حجم لتر، دعنا ننقل هذا الحجم من لتر ليفسح متسعا بقدر مسافة بعد بسرعة الضوء"، لن تستطيع الحصول على معلومات تدخل أو تخرج بسرعة أبر من ذلك. سنجد أننا نستطيع الحصول على ما يقرب من $١٠^{٤٠}$ أو $١٠^{٤١}$ من البتات فى كل ثانية، تدخل وتخرج من كمبيوترنا الحجرى النهائى. يخبرنا ذلك بمدى سرعة المودم(١٠) Modem الذى يمكن أن يكون عندك لهذا الجهاز: ما هو عدد البتات فى كل ثانية الذى يمكن الحصول عليه داخلا أو خارجا عبر "الإنترنت النهائية"، أيا ما ستكونه هذه "الإنترنت النهائية". أعتقد أن الإنترنت النهائية هى لا أقل من الزمكان نفسه فى هذه الصورة.

ذكرت أننا فيما يحتمل لا نستطيع أن نفعل ما هو أفضل من ذلك؛ فهذه هى قوانين الفيزياء. ولكننا ربما سنتمكن من أن نفعل ما هو أفضل بطرائق أخرى. دعنا مثلا نفكر فى معمار هذا الكمبيوتر. إنه يؤدى $١٠^{٥١}$ عملية فى الثانية، مع وجود $١٠^{٣١}$ بتة. تستطيع كل بتة أن تتقلب $١٠^{٢٠}$ مرة فى كل ثانية. وهذه سرعة كبيرة نوعا. سيكون سؤالنا التالى، ما الزمن الذى تستغرقه بتة على هذا الجانب من الكمبيوتر لترسل إشارة لبتة على ذلك الجانب الآخر من الكمبيوتر فى سياق أدائها لعملية ما؟

---

(١٠) المودم أداة إلكترونية للاستقبال والإرسال، تحول البيانات الرقمية من الكمبيوتر إلى إشارة تناظر يمكن بثها لكمبيوتر آخر عبر نظام تليفونى. (المترجم)

كما أثبتنا فان هذا الكمبيوتر له حجم لتر، وهذا يقرب من ١٠ سنتيمترات عند كل جانب، وبالتالى فإن الأمر يستغرق ما يقرب من ١٠^-١٠ ثانية - جزء من عشرة بلايين من الثانية - حتى ينتقل الضوء من جانب إلى الآخر. تتقلب البتات بمعدل ١٠٠ بليون بليون مرة فى الثانية، وهكذا فإن هذه البتة تتقلب ١٠ بلايين مرة فى الوقت الذى تستغرقه إشارة لتذهب من أحد جانبى الكمبيوتر للآخر. ولكن هذا ليس بحوسبة تسلسل بتوالى بأقصى حد؛ ثمة فعل كثير يحدث هنا فى أثناء الوقت المستغرق للاتصال بالجانب الآخر من الكمبيوتر. وهذا هو ما يسمى بالحوسبة الموازية. يمكننا أن نقول إنه - فى أنواع الكثافات التى لنا دراية بها مثل كثافة الكيلوجرام لحجم من لتر، وهى كثافة الماء - سنتمكن فقط من أداء الحوسبة من النوع المتوازى جدا إذا كنا سنجرى عملياتنا بالحدود النهائية للحوسبة؛ سيحدث فعل حوسبى بكميات كبيرة فى أثناء الوقت الذى يستغرق لنقل إشارة من هنا إلى هناك ثم عودتها ثانية.

كيف يمكننا أن نؤدى أداء أفضل؟ كيف يمكننا أن نجعل الحوسبة أكثر تسلسلا بالتوالى.

دعنا نفترض أننا نريد لماكينتنا أن تؤدى حوسبة أكثر تسلسلا بالتوالى، بحيث إنه فى الوقت الذى يستغرق لإرسال إشارة من جانب الكمبيوتر للآخر يكون هناك أداء لعمليات أقل عددا. الحل الواضح هو أن نجعل الكمبيوتر أصغر، وذلك لأننا عندما نجعل الكمبيوتر أصغر بعامل من اثنين سيستغرق الضوء نصف الوقت فقط - أى بالنسبة لإشارة معلومات - لينتقل من أحد جانبى الكمبيوتر للآخر. وإذا جعلناه أصغر بعامل من ١٠ بلايين تستغرق الإشارة فقط جزءا واحدا من عشرة بلايين من الوقت لتذهب من أحد جانبى الكمبيوتر للآخر. سنجد أيضا أننا عندما نجعل الكمبيوتر أصغر فإن هذه الأجزاء من الكمبيوتر تنحو إلى أن تكون أسرع، لأننا ننحو لأن يكون لدينا فى كل حالة طاقة أكبر لكل بتة متاحة. وإذا واصلنا إجراء الحسابات سنجد أنه كلما أصبح الكمبيوتر أصغر وأصغر، وكلما انضغطت المادة فى حجم أصغر وأصغر، فإننا نستطيع إجراء حوسبة أكثر تسلسلا بالتوالى.

متى تتوقف هذه العملية؟ متى يمكن لكل بتة فى الكمبيوتر أن تتحدث مع كل بتة أخرى فى سياق الزمن الذى تستغرقه البتة لتتقلب؟ متى يمكن لكل فرد أن يتحدث مع كل فرد آخر فى كمية الزمن نفسها التى يستغرقونها للتحدث مع جيرانهم؟

كلما جعلنا الكمبيوتر أصغر وأصغر، فإنه يصبح أكثر وأكثر كثافة؛ لدينا كيلو جرام من المادة فى حجم يتناقص دائما. تتخذ المادة فى النهاية تشكلات تصبح أكثر إثارة للاهتمام، حتى يتطلب الأمر بالفعل ضغطا عاليا جدا للإبقاء على هذا النظام فى هذا الحجم الصغير جدا. تتخذ المادة تشكلات أغرب وأغرب وتنحو إلى أن تصير أسخن وأسخن وأسخن، حتى نصل إلى نقطة معينة يحدث عندها شىء سيئ. لن يستطيع الضوء بعد أن يهرب منها. فقد أصبحت ثقبا أسود.

ماذا سيحدث لحوسبتنا عند هذه النقطة؟ هذا فيما يحتمل أمر سيئ جدا للحوسبة، أليس كذلك؟ أو الأحرى أنه يكون سيئا بالنسبة للمدخل /المخرج. سيكون المدخل على ما يرام، لأن المادة ستدخل، ولكن المخرج سيكون سيئا، لأن المادة لن تخرج، حيث إن هذا ثقب أسود. على أننا لحسن الحظ سنكون آمنين فى هذا الشأن، لأننا نستخدم قوانين ميكانيكا الكم لحساب كمية المعلومات التى يستطيع نظام فيزيائى حوسبتها، ومدى سرعة أدائه لهذه الحوسبات، ومدى كمية المعلومات التى يستطيع تسجيلها، وهذه القوانين تظل صالحة هنا.

بين ستيفن هوكنج فى سبعينيات القرن العشرين أن الثقوب السوداء عند التعامل معها بأسلوب ميكانيكا الكم، يمكن أن تشع للخارج معلومات. ثمة خلاف يثير الاهتمام حول ما إذا كان لهذه المعلومات أى علاقة بالمعلومات التى دخلت. وهناك رهان مشهور بين هوكنج وجون بريسكل عالم الفيزياء النظرية فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا: يقول بريسكل أن نعم، المعلومات التى تخرج من الثقب الأسود تعكس المعلومات التى دخلت فيه؛ ويقول هوكنج أن لا، المعلومات التى تخرج من الثقب الأسود عندما يشع لا تكون لها أى علاقة بالمعلومات التى دخلت، والمعلومات التى دخلته تذهب بعيدا. لست أعرف الإجابة عن ذلك.

ولكن دعنا نفترض للحظة أن هوكنج خطأ وبريسكل مصيب. هـذا الثقـب الأسود ذى الكيلوجرام سوف يشع بمعدل سرعة هائلة؛ إنه يشع فوتونات بموجـات طولها ١٠^-٢٧ من الأمتار، وهذا شيء لن نرغب فعـلا أن نكـون قـريبين منـه. والحقيقة أن ذلك سيشبه كثيرا انفجارا هائلا. ولكن دعنا نفترض أن المعلومات التى يشعها الثقب الأسود هى فى الحقيقة المعلومات التى دخلته فى المقام الأول لتنشئه، ولكنها ببساطة حدث لها تحول بطريقة معينة. وما نراه إذن هـو أن هـذا الثقـب الأسود يمكن التفكير فيه بمعنى ما على أنه يجرى حوسبة.

سنأخذ المعلومات حول المادة التى عرف أنها تشكل الثقب الأسود، وسـوف نبرمجها (بمعنى أننا سنعطيها تشكلا معينا، فنضع أحد الإلكترونات هنـا والآخـر هناك، ونجعل هذا الشيء يتذبذب بمثل ذلك)، ثم نقلص ذلك فى ثقب أسود. وهكـذا بعد ذلك بوقت من ١٠^-٢٧ من الثانية – أى فى جزء من مائة بليـون بليـون مـن الثانية – يحدث لهذا الشيء سحر مفاجئ! ونحصل فى الخارج علـى كـل هـذه المعلومات ثانية، ولكن المعلومات قد أصابها الآن تحول بواسطة ديناميات مجهولة. سنحتاج فى الحقيقة إلى معرفة شيء مثل نظرية للأوتار أو نظريـة جاذبيـة كـم لنكتشف كيف حدث تحول للمعلومات. ولكننا نستطيع أن نتخيـل أن هـذا الثقـب الأسود يمكن فى الحقيقة أن يعمل ككمبيوتر. ونحن لا نعرف الطريقة التى تجعلـه يحوسب، ولكنه فى الحقيقة يأخذ معلومات للداخل، وهو يحولها إلى شـكل نسـقى حسب قوانين الفيزياء، ثم تحدث المفاجأة! فهو يعيد لفظها للخارج. لنفتـرض أننـا نستطيع بطريقة ما أن نفهم المعلومات التى تخرج من الثقب الأسود. سنكون عندها قد أجرينا فى الحقيقة الحوسبة النهائية التى يمكننا إجراؤها باستخدام كيلوجرام مـن المادة، نكون فى هذه الحالة قد قيدناه فى حجم من ١٠^-٨١ من الأمتار المكعبة.

هل هناك أى مزيد فى هذه القصة؟ بعد أن أرسلت ورقة بحثى عن كمبيوتر الحجر النهائى إلى مجلة "ناتشر"، أدركت أنى كنت طموحا على نحو غير كـاف، وأن السؤال الواضح الذى علينا أن نسأله ليس عن ماذا تكـون القـدرة الحوسـبية النهائية لكيلو جرام من المادة، وإنما السؤال هو "ماذا تكون القدرة الحوسبية النهائية

للكون ككل؟" فالكون على أى حال يعالج المعلومات، أليس كذلك؟ النظم الفيزيائيـــة كلها، عن طريق مجرد وجودها، تسجل معلومات. وهى عن طريق مجرد تطـــوير ما يخصها من ديناميات فيزيائية طبيعية، تحول هذه المعلومات، فهـــى تعالجهـــا. السؤال الحقيقى هو، ماذا تكون كمية المعلومات التى عالجها الكون منذ الانفجـــار الكبير؟

العصر الذهبى لعلم الكون

آلان جوث[١١]

النظرية الكلاسيكية لم تكن أبدا فى الحقيقة نظرية عـن انفجار؛ وإنما كانت نظرية عن النتـائج التـى تعقـب انفجارا. تبدأ النظرية وكل المـادة التـى فـى الكـون موجودة بالفعل فى الموضع الملائم، ويحدث لها بالفعل أنها تتمدد سريعا، ويحدث لها بالفعل أنها ساخنة بما لا يصدق. لم يكن هناك أى تفسير للطريقة التى أصبح بها الكون هكذا. التضخم[١٢] محاولة للإجابة عن السـؤال عما جعل الكون ينفجر، وفيما يبـدو الآن فـإن هـذه الإجابة هى الإجابة الصحيحة بما يكاد يكون مؤكدا.

---

(١١) يعد آلان جوث الأب الروحى لنظرية تضخم الكون، وهو أستاذ كرسى فكتور ف. وايسكوبف للفيزياء فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا. تدور اهتمامات جوث البحثية فى مجال نظرية الجسيمات الأولية وتطبيق نظرية الجسيمات على الكون المبكر. وقد فاز فى ٢٠٠٢ بميدالية ديراك للمركـز الـدولى للفيزياء النظرية، ومعه بول شتاينهاردت وأندريه ليند، وذلك عن إنشاء مفهوم التضخم فى علم الكون. وهو مؤلف كتاب "الكون التضخمى".

(١٢) نظرية تضخم الكون (Inflation) نظرية عن الكون المبكر جدا بعد الانفجار المكبير بزمن من $١٠^{-٤٤}$ ثانية، حيث يتمدد الكون لفترة مؤقتة بسرعة كبيرة جدا. ولعل الترجمة الحرفية لكلمة Inflation هى الانتفاخ، ولكنها تعنى أيضا فى الإنجليزية التضخم المالى. وكتب علم الكون الجماهيرية كثيـرا مـا تقارن تضخم الكون بالتضخم المالى. ولهذا فضلنا كلمة تضخم على انتفاخ. (المترجم)

كثيرا ما يقال إننا فى العصر الذهبى لعلم الكون، وأعتقد أن هـذه المقولـة أصلها دافيد شرام عالم الفيزياء الفلكية الراحل. وهى مقولة صادقة حقا. يمر علـم الكون بمرحلة انتقالية وبعد أن كان مجموعة من التخمينات أصبح فرعا أصليا من العلم المتين، حيث يمكن إنشاء النظريات ثم اختبارها إزاء أرصاد دقيقة. أحد أكثر المجالات إثارة للاهتمام مجال التنبؤ بالتراوحات، أو أوجه عدم الاتساق، فى إشعاع خلفية الكون. نحن ننظر إلى هذا الإشعاع على أنه الوميض المتبقى مـن حـرارة الانفجار الكبير؛ وهو متسق فى كل الاتجاهات بدرجة من الدقة تصل إلـى جـزء واحد من ١٠٠٠٠٠ بعد أن نطرح الحد المتعلق بحركـة الأرض خـلال إشـعاع الخلفية.

شاركت بقوة فى نظرية تسمى الكون التضخمى، يبدو أنها أفضل تفسير لنـا لهذا الاتساق. الاتساق الذى يصعب فهمه. قد يعتقد المرء فى أول الأمر أنه يمكـن تفسيره بالمبادئ الفيزيائية نفسها التى تسبب أن تبرد شريحة سـاخنة مـن البيتـزا عندما تخرج من الفرن: فتنحو الأمور إلى الوصول إلى حرارة متسقة. إلا أنه تـم استنباط معادلات لعلم الكون بحيث يمكن للمرء أن يحسب مدى سرعة تمدد الكون عند أى وقت معين، وما إن تم ذلك حتى تمكن الفيزيائيون من حساب قدر الفتـرة الزمنيه اللازمة لبدء هذا الاتساق. ووجدوا أنه حتى يتأتى للكون أن يصبح متسـقا بالسرعة الكافية لأن تفسر الاتساق الذى نراه فى إشعاع خلفية الكون، سيكون مـن اللازم أن تنتقل المعلومات بمعدل يقرب من مائة مثل لسرعة الضوء. ولكننا نعرف حسب كل نظرياتنا الفيزيائية أنه لا يوجد شيء يستطيع الانتقال بأسرع من الضوء. وبالتالى كان من اللازم أن تفترض النسخة الكلاسيكية من نظرية الانفجار الكبيـر أن الكون ببساطة كان متجانسا - متسقا بالكامل - منذ البداية الأولى.

نظرية الكون التضخمى هى إضافة للنظرية المعيارية عن الانفجار الكبيـر، وما تضيفه أساسا هو وصفة لما دفع الكون فى المقام الأول إلى التمدد. سنجد فـى النسخة الكلاسيكية من نظرية الانفجار الكبير، أن هذا التمـدد كـان جـزءا مـن الافتراضات الأولى؛ ولم يكن هناك تفسير له أيا ما يكون. النظرية الكلاسيكية لـم

تكن أبدا فى الحقيقة نظرية عن انفجار؛ وإنما كانت نظرية عن النتائج التى تعقب انفجارا. تبدأ النظرية وكل المادة التى فى الكون موجودة بالفعل فى وضعها الملائم، ويحدث لها بالفعل أنها تتمدد سريعا، ويحدث لها بالفعل أنها ساخنة بما لا يصدق. لم يكن هناك أى تفسير للطريقة التى أصبح بها الكون هكذا. التضخم محاولة للإجابة عن السؤال عما جعل الكون ينفجر، وفيما يبدو الآن، فإن هذه الإجابة هى الإجابة الصحيحة بما يكاد يكون شبه مؤكد. وهى لا تقتصر على أن نفسر فقط السبب الذى جعل الكون يتمدد، وإنما تفسر أيضا فى الوقت نفسه أصل ما تكونه أساسا كل مادة الكون. وأنا أقول "أساسا" لأننا سنجد فى النسخة النمطية من النظرية، أن التضخم يحتاج لما يساوى تقريبا جراما واحدا من المادة حتى يبدأ. وبالتالى فإن التضخم ليس بالضبط نظرية عن البداية المطلقة، ولكنه نظرية من التطور تفسر ما نراه حولنا ابتداء مما "يكاد يكون" لا شىء.

تستفيد نظرية التضخم من النتائج المتاحة من الفيزياء الحديثة للجسيمات، والتى تتنبأ بأنه عند الدرجات العالية جدا من الطاقة ينبغى أن توجد أنواع غريبة من المواد التى تقلب الجاذبية رأسا على عقب وتنتج قوى جاذبية تنافرية[١٣]. التفسير التضخمى هو فكرة أن الكون المبكر يحوى على الأقل رقعة من هذه المادة الغريبة. كل ما نحتاجه هو رقعة؛ ويمكن أن يكون حجمها بالفعل أصغر من البروتون صغرا يزيد عن بليون مثل. إلا أنه ما إن توجد هذه الرقعة، حتى نجد أن ما بها من تنافر جذبوى يسبب نموها، لتصبح سريعا كبيرة بالحجم الكافى لأن تشمل كل الكون المرصود.

منذ الوقت الذى طرح فيه أينشتين أصلا النسبية العامة، تنبأت هذه النظرية بإمكان وجود جاذبية تنافرية؛ نحتاج فى سياق النسبية العامة إلى مادة لها ضغط سلبى لخلق جاذبة تنافرية. حسب النسبية العامة فإن تخليق المجالات الجذبوية لا يتم فقط بناء على كثافات المادة أو كثافات الطاقة؛ وإنما هناك أيضا الضغط. الضغط

(١٣) الجاذبية التنافرية عبارة فيها تناقض ظاهرى، إلا أن المقصود أن قوة الجاذبية قد تكون موجبة فتؤدى إلى التجاذب أو قد تكون سالبة فتؤدى إلى التنافر. (المترجم)

الموجب يخلق مجالا جذبويا طبيعيا من النوع الـذى تعودنـاه، أى فيـه تجـاذب. والضغط السالب سيخلق نوعا تنافريا من الجاذبية. ثبت فى النهاية، حسب النظريات الحديثة عن الجسيمات، أن المواد التى لها ضغوط سالبة يسهل بناؤها من المجالات التى توجد حسب هذه النظريات. عندما نضع معا هاتين الفكرتين - فكرة أن فيزياء الجسيمات تعطينا حالات فيها ضغوط سالبة وفكرة أن النسبية العامة تقول لنـا إن تلك الحالات تسبب تنافرا جذبويا - نصل عندها إلى أصل النظرية التضخمية.

تعطينا النظرية التضخمية تفسيرا بسيطا لاتساق الكون المرصود، وذلك لأن الكون فى النموذج التضخمى يبدأ وهو صغير صغرا لا يصدق. سيكون هناك هكذا زمن كاف لأن تصل منطقة صغيرة جدا هكذا إلى حرارة متسقة وكثافـة متسـقة، وذلك بواسطة الميكانزمات نفسها التى يصل بها الهواء فى الغرفة إلى كثافة متسقة فى أرجاء الغرفة كلها. سنجد فى الكون المبكر الصغير جدا الذى يفترضه النموذج التضخمى أن الوقت هكذا سيكون كافيا لأن تسبب هذه الميكانزمات ما يكاد يكـون اتساقا كاملا. ثم لا يلبث التضخم أن يتولى زمام الأمـور ويضـخم هـذه الرقعـة الصغيرة جدا لتصبح كبيرة الكبر الكافى لأن تشمل الكون كله، وهى تحافظ علـى هذا الاتساق فى أثناء وقوع التمدد.

عند النشأة الأولى للنظرية، شعرنا لفترة بالقلق من أننا سنحصل هكذا علـى اتساق بدرجة أكثر مما ينبغى. إحدى خواص الكون المذهلة هى مدى اتساقه، ولكنه مع ذلك ليس - بأى حال - متسقا اتساقا كاملا. لدينا فى الكون مجـرات ونجـوم وحشود عنقودية وكل أنواع البنى المعقدة التى يلزم تفسيرها. لو كان الكون قد بـدأ وهو متسق بالكامل، لكان قد بقى متسقا بالكامل، لأنه لن يكون هنـاك أى شـىء يسبب تجمع المادة هنا أو هناك أو فى أى مكان معين.

فى أعقاب الاقتراحات المبكرة التى طرحها تشيبيزوف وموخـانوف، كـان ستيفن هوكنج واحدا من أول من حاولوا استكشاف ما نعتقد الآن أن فيه الإجابة عن هذا اللغز. أوضح هوكنج أن تأثيرات الكم قد يكون فيها مـا ينقـذنا، وإن كانـت حساباته الأولى فى هذا الشأن غير دقيقة. العالم الحقيقى لا يتم توصـيفه توصـيفا

كاملا بواسطة الفيزيائيين الكلاسيكيين، ومع ذلك فقد كنا نوصف الأمور بطريقة كلاسيكية بالكامل، بالمعادلات الحتمية. العالم الحقيقى، حسب ما نفهمه عن الفيزياء، يتم توصيفه حسب نظرية ميكانيكا الكم، الأمر الذى يعنى فى أعمق أعماقه أن كل شيء يجب أن يكون توصيفه بلغة من الاحتمالات. العالم الكلاسيكى الذى ندركه، الذى يكون فيه لكل شيء موضع محدد ويتحرك بطريقة حتمية، هذا العالم هو فى الحقيقة مجرد متوسط للاحتمالات التى تتنبأ بها نظرية الكم المكتملة. إذا طبقنا هذه الفكرة هنا، سنجد على الأقل أن من الواضح من البداية أنها من حيث الكيف تضعنا فى الاتجاه الذى نريد الذهاب فيه، بمعنى أن الكثافة المتسقة التى تنبأت بها معادلاتنا الكلاسيكية ستكون فى الحقيقة مجرد متوسط كثافات من نوع ميكانيكى كمى، حيث يكون لها مدى من قيم تختلف من مكان لآخر. سيؤدى عدم اليقين فى ميكانيكا الكم إلى أن يجعل كثافة الكون المبكر أكبر هونا فى بعض الأماكن وأصغر هونا فى أماكن أخرى. ستكون هناك تراوحات، وبالتالى فإننا سنتوقع أن يكون لدينا عند نهاية التضخم تموجات تعلو ما يكاد يكون كثافة متسقة للمادة.

فى إمكاننا أن نحسب هذه التموجات. ينبغى أن أقر بأننا لا نعرف بعد من فيزياء الجسيمات ما يكفى لتحديد سعة (amplitude) التموجات، شدة التموجات، أما ما "نستطيع" أن نحسبه فهو الطريقة التى تعتمد بها شدة التموجات على طول الموجة. بمعنى أن هناك تموجات من كل الأحجام، وأننا نستطيع أن نقيس شدة تموجات من أحجام مختلفة. هكذا نستطيع أن نقيس ما نسميه بأنه بمدى طيف، ونحن نستخدم الكلمة بالطريقة نفسها بالضبط التى نستخدمها لوصف موجات الصوت. عندما نتحدث عن طيف إحدى موجات الصوت، فإننا نتحدث عندها عن الطريقة التى تختلف بها الشدة باختلاف أطوال الموجات التى تشكل هذه الموجة الصوتية. نحن نفعل الشيء نفسه بالضبط بالنسبة للكون المبكر؛ نستطيع أن نتحدث عن الطريقة التى تختلف بها شدة التموجات فى كتلة كثافة الكون المبكر حسب اختلاف أطوال الموجات.

نستطيع الآن أن نرى هذه التموجات فى إشعاع خلفية الكون. وحقيقة أننا قد استطعنا أن نراها بأى حال لهى نصر مطلق للتكنولوجيا الحديثة. عندما كنا نصنع

لأول مرة هذه التنبؤات فى زمن يرجع إلى ١٩٨٢، كان علماء الفلك قد بدأوا بالكاد يدركون تأثير حركة الأرض من خلال إشعاع الخلفية، تأثير تبلغ دقته ما يقرب من جزء واحد من الألف. أما التموجات التى أتحدث عنها فتبلغ دقتها ما يقرب فحسب من جزء واحد من ١٠٠٠٠٠ – مجرد ١ فى المائة من أرهف تأثير أمكن رصده عندما كنا نجرى هذه الحسابات لأول مرة. لم أعتقد أبدا أننا سنرى التموجات فعلا فى الخلفية الكونية؛ وبدا أن فكرة أن علماء الفلك سيصلون إلى أن يكونوا هم الأفضل بمائة مثل فى قياس هذه الأشياء، بدا وكأن هذه فكرة بعيدة الاحتمال تماما. إلا أنه حدث لدهشتى وسعادتى أن تم فى ١٩٩٢ الكشف عن هذه التموجات بواسطة قمر صناعى اسمه "كوب" (مستكشف الخلفية الكونية The Cosmic Background Explorer). ولدينا الآن قياسات أفضل كثيرا مما قام به كوب حيث كانت دقة التحدد الزاوى لقياساته تصل إلى حوالى ٧ درجات، بما يتيح لنا أن نرى فقط التموجات التى لها أكبر طول موجة. أما الآن فلدينا قياسات ينخفض فيها هذا التحدد إلى كسر من الدرجة، ونتوصل الآن إلى قياسات دقيقة جدا عن مدى تغير الشدة مع تغير طول الموجة.

أعلنت فى ربيع ٢٠٠٠ مجموعة من التصريحات المثيرة حول تجارب سميت "البوميرانج" (اختصار الكلمات الإنجليزية التى تعنى "أرصاد البالونات للإشعاع الملليمترى خارج المجرات والفيزياء الجغرافية ") وحول تجارب سميت "ماكسيما" (اختصار "مصفوفة التصوير التجريبى لتباين الخواص المللميترى ")، وكلاهما تجارب تتأسس على البالونات ووفرت لنا براهين قوية جدا على أن الكون مسطح هندسيا، وهذا هو ما يتنبأ به التضخم بالضبط. ما نعنيه بكلمة "مسطح" أن المكان بأبعاده الثلاثية فى الكون ليس منحنيا، كما كان يمكن أن يحدث حسب النسبية العامة. عندما نكون فى سياق من النسبية سنجد أن الهندسة الإقليدية لا تكون هى المعيار، وإنما سيكون فيها شذوذ. سنجد فى النسبية العامة أن المكان المنحنى هو الحالة العامة. ما إن نفترض أن الكون فى المتوسط متجانس (يتماثل فى كل الأماكن) وموحد الخواص (يتماثل فى كل الاتجاهات)، حتى نجد أن قضية التسطح تصير متعلقة مباشرة بالعلاقة بين كثافة كتلة الكون وسرعة تمدده. عندما تكون

كثافة الكتلة كبيرة سوف تسبب أن ينحنى المكان إلى كون مغلق، كون فى شكل كرة؛ عندما تكون كثافة الكتلة هى المسيطرة، يصبح الكون مكانا مغلقا له حجم محدد وليس له حرف، كون يحدث فيه أن سفينة الفضاء التى تتحرك فيما نظن أنه خط مستقيم لمسافة طويلة طولا كافيا سوف تنتهى إلى أن تعود ثانية إلى المكان الذى بدأت منه رحلتها. فى الحالة البديلة لذلك، عندما يسيطر التمدد، سيصبح الكون مفتوحا هندسيا. الأماكن المفتوحة هندسيا لها خصائص هندسية مضادة لتلك التى للأماكن المغلقة. ستكون لانهائية. المكان المغلق نجد فيه أن الخطين المتوازيين يأخذان فى التقارب؛ فى المكان المفتوح نجد أن الخطين المتوازيين يأخذان فى التباعد. على أن ما نراه فى كلا الحالين يختلف تماما عما فى الهندسة الإقليدية. إلا أنه إذا كانت كثافة الكتلة تقع مباشرة عند الخط الفاصل بين الحالين (ما يعرف بأنه "الكثافة الحرجة ") تكون الهندسة عندها إقليدية ويكون المكان مسطحا.

لما كان الكون الآن مسطحا، على نحو تقريبى على الأقل، فإن هذه الحقيقة تتطلب أن يكون الكون المبكر مسطحا بدرجة خارقة. الكون ينحو إلى أن يتطور فى ابتعاد عن التسطح، وبالتالى فإنه بناء على ما كنا نعرفه حتى منذ عشر أو عشرين من السنوات، وهو أقل كثيرا مما نعرفه الآن، حتى بناء على ذلك كان يمكننا أن نصل إلى تقديرات استدلالية بالعودة وراء فى الزمان، لنكتشف مثلا أنه بعد ثانية واحدة من الانفجار الكبير لابد من أن كثافة كتلة الكون كانت عند الكثافة الحرجة "بدرجة من الدقة تصل إلى رقم بكسر عشرى عند الموضع الخامس عشر"، وذلك حتى يكون هناك توازن إزاء معدل التمدد لينتج كونا مسطحا. لا توفر النظرية التقليدية للانفجار الكبير أى ميكانزم يفسر كيف صارت كثافة الكتلة جد قريبة من المقدار الحرج، إلا أن التفسير السابق هو ما يجب أن تكون عليه الأمور حتى نفسر السبب فى أن الكون يبدو بما يبدو عليه الآن. الحقيقة أن نظرية الانفجار الكبير لا تنجح بدون التضخم، إلا إذا زودت بظروف ابتدائية قد تم تضبيطها على نحو دقيق جدا حتى تنتج كونا مثل الكون الذى نراه. النظرية التضخمية تتجنب هذه المشكلة التى تسمى مشكلة التسطح، لأن التضخم يغير الطريقة التى تتطور بها هندسة الكون بمرور الزمن. بل وحتى على الرغم من أن الكون يتطور دائما تجاه

الابتعاد عن التسطح فى أثناء كل الفترات الأخرى من تاريخه، فإن الكون فى أثناء الفترة التضخمية يكون مدفوعا بالفعل تجاه التسطح بسرعة لا تصدق. احتاج التضخم إلى ما يقرب فقط من $١٠^{-٣٤}$ من الثانية أو ما يقرب حتى يدفع الكون إلى ما هو قريب من التسطح بدرجة تكفى لتفسير ما نراه الآن.

سيحدث فى كل الحالات تقريبا أن هذا الميكانزم التضخمى الذى يدفع الكون للتسطح سوف يتجاوز الحد فى كل الحالات تقريبا، ويعطينا كونا ليس بالكون الذى يمكن وصفه بأنه الآن قريب من التسطح، وإنما هو كون يوصف بأنه الآن مسطح "بالضبط تقريبا". حاول أفراد مختلفون أن يصمموا صورا من التضخم تتجنب هذا، ولكن هذه الصور بدت وكأن فيها تحايل، وتتطلب أن ينتهى التضخم بالضبط عند النقطة التى يكاد يجعل الكون عندها مسطحا، وإن كان ليس مسطحا تماما. النموذج التضخمى العام يدفع الكون تجاه تسطح كامل، وهذا يعنى أن إحدى تنبوءات هذا النموذج هو أنه الآن "ينبغى أن تكون كثافة كتلة الكون عند القيمة الحرجة التى تجعل الكون مسطحا هندسيا". إلا أنه لم يكن هناك أى عالم فلك يصدق ذلك منذ أربع أو خمس سنوات. وكانوا يقولون لنا إننا إذا نظرنا إلى المادة المرئية لا غير، سنرى فحسب واحدا فى المائة مما يلزم لأن يجعل الكون مسطحا. وطرحوا بالفعل مادة تزيد عن ذلك، فى شكل "مادة مظلمة". المادة المظلمة مادة نستنتج وجودها من التاثير الجذبوى الذى تمارسه على المادة المرئية. وكمثل فإننا نرى تأثيراتها فى منحنيات دوران المجرات. عندما قاس الفلكيون لأول مرة سرعة دوران المجرات، وجدوا أنها تلف بسرعة بالغة بحيث إنه لو كانت المادة الوحيدة الموجودة هى المادة المرئية لتطايرات المجرات متفرقة. وبالتالى كان على الفلكيين أن يفترضوا أن هناك كمية كبيرة من المادة المظلمة فى كل مجرة – ما يقرب من خمسة إلى عشرة أمثال كمية مادتها المرئية – لتبقى المجرة متماسكة معا. يصدق الشىء نفسه على حركة المجرات داخل الحشود العنقودية للمجرات. وهذه الحركة تكون عشوائية وشواشية بدرجة أكبر كثير من حركة مجرة لولبية مفردة، إلا أننا رغم ذلك نستطيع أن نسأل عن مقدار الكتلة اللازمة للإبقاء على الحشود العنقودية متماسكة معا، وستكون الإجابة أنه مازال يلزم مقدار من المادة أكبر بما له قدره مما نفترض

وجوده فى المجرات. عندما أضاف الفلكيون كل هذا معا توصلوا إلى ما يقرب من ثلث الكثافة الحرجة، وكان لديهم القدرة على أن يضمنوا إلى حد ما أنـــه لا يوجـد هناك أى مزيد من المادة. وهذا أمر ســيئ بالنســبة للنمــوذج التضــخمى، إلا أن الكثيرين منا مازالوا يؤمنون بالنموذج ويعتقدون أن الفلكيين إن آجــلا أو عــاجلا سوف يتوصلون لشىء ما.

وكان أن توصلوا بالفعل. أخذت الأرصاد بدءا من ١٩٩٨ تدل على حقيقــة ملحوظة هى أن من الظاهر أن تمدد الكون يتسارع ولا يتباطــأ. تســمح نظريــة النسبية العامة بذلك؛ فما يحتاجه الأمر هو مادة لها ضغط سالب. يقتنع الآن معظــم علماء الكون بأن كوننا لابد من أنه تتخلله مادة ذات ضغط منخفض تسبب التسارع الذى نراه الآن. مازلنا لا نعرف ما تكونه هذه المادة؛ ونشير إليهــا بأنهــا "طاقــة مظلمة". ولكن حتى ونحن لا نعرف ما تكونه، إلا أننا نستطيع اســتخدام النســبية العامة نفسها لحساب مقدار الكتلة التى لابد من أن توجد هنــاك لتســبب التســارع المرصود، وثبت فى النهاية أن هذا الرقم يكاد يساوى بالضبط الثلثين مــن الكثافــة الحرجة، أى بالضبط المقدار الذى كان منقوصا فى الحسابات السابقة! إذا افترضنا أن هذه الطاقة المظلمة حقيقية، سيكون لدينا الآن اتفاق كامل بين مــا يخبرنــا بــه الفلكيون عن كثافة كتلة الكون، وما يتنبأ به التضخم

على أن هناك تناقضا مهما كان قد أثار قلق الناس وقت إعلان نتائج تجارب "بوميرانج" و"ماكسيما"، ولم يكن هناك أى واحد لديه الثقة بإمكان الحصــول علــى فائدة كبيرة منها. يظهر الطيف الذى تقيسه هذه التجارب كرسم فيه من حيث المبدأ ذروات عديدة. توجد علاقة بين هذه الذروات والذبذبات المتتابعة لموجات الكثافــة فى الكون المبكر وبين ظاهرة تسمى الرنين تجعل بعض أطوال الموجات أكثر شدة من الأخرى. بينت القياسات أن الذروة الأولى موجودة بالضــبط حيــث توقعنــا، وموجودة بالضبط بالشكل المتوقع. ولكننا لم نستطيع رؤية الذروة الثانية. حتى نلائم بين المعطيات والنظرية، كان علينا أن نفترض أنه يوجد فــى الكــون عــدد مــن البروتونات يقرب من عشرة أمثال ما كنا نعتقده، لأن هذه البروتونــات الإضــافية

ستؤدى إلى تأثير احتكاكى يمكن أن يجعل الموجة الثانية تختفى. لاريب أن هنـــاك قدرا من عدم اليقين فى أى تجربة؛ عندما نجرى تجربة لمرات كثيرة، لـــن تكـــون النتائج متماثلة بالضبط فى كل مرة. وبالتالى يمكننا أن نريح أنفسنا بفكرة أن الذروة الثانية كانت غير مرئية لسبب من محض سوء الحظ؛ وعلى أى حال، فإن احتمـــال أن هذه الذروة يمكن أن تكون غير مرئية "بهذا الحد" عندما يحوى الكـــون كثافـــة البروتونات التى تدل عليها قياساتنا الأخرى، هذا الاحتمال كان منخفضا إلى مـــدى واحد فى المائة. وبالتالى فإن لدينا هنا تناقضا خطيرا جدا بين ما هو مرصود ومـــا هو متوقع. تغير كل هذا من وقتها تغيرا مثيرا تجاه الأفضل؛ وذلك مع ما تم إعلانه لاحقا من قياسات أكثر دقة. والآن فإن الذروة الثانية لم تعد فحسب مرئية وإنما هى بالضبط بالارتفاع المتوقع، وكل شىء فى المعطيات يتلاءم الآن على نحو جميـــل مع التنبؤات النظرية. هذا فى الحقيقة جميل بأكثر مما ينبغى. وأنا واثـــق مـــن أن الأمور ستصير إلى أسوأ بدلا من أن تواصل أن تصير إلى أحسن، وذلك باعتبـــار الصعوبات التى نلقاها فى هذا النوعى من القياسات. على أنـــه أصـــبح لـــدينا الآن صورة يبدو أنها تثبت نظرية التضخم فى الكون المبكر.

نجد حاليا فى عصرنا الذهبى لعلم الكون، أن النظرية التضخمية، التى كانت من سنوات قليلة فى تناقض له قدره مع الأرصاد، تنجح الآن نجاحـــا كـــاملا مـــع قياساتنا لكثافة الكتلة وللتراوحات. هناك براهين قوية جدا جدا على نظرية هى إما النظرية التى أتحدث عنها أو بعض نظرية قريبة جدا منها. ينبغى أن أؤكـــد فـــى الختام على أنه على الرغم من أنى استخدم مصطلح " التضخم " فى صيغة المفرد، فإن التضخم فى الحقيقة فئة من النظريات. إذا كان التضخم صوابا، فإنه لن يكـــون بأى حال النهاية لدراساتنا عن أصل الكون، بل إنه حقا أقرب إلى أن يكون البداية. هناك نسخ كثيرة مختلفة من التضخم، والحقيقة أن النموذج الدورى الذى يصفه بول شتاينهاردت فى الصفحات التالية يجب أن يعتبر كإحدى هذه النسخ، التى تعد نوعا نسخة جديدة، لأنها تضع التضخم فى عصر مختلف تماما من تاريخ الكون، ولكـــن التضخم يظل يفعل الكثير من الأمور نفسها. هناك نسخ كثيرة من التضـــخم أشـــبه كثيرا بأنواع النظريات التى أنشأناها فى ثمانينيات وتســـعينيات القـــرن العشـــرين،

بحيث إننا عندما نقول إن التضخم "صواب" لا يكون فى ذلك بأى حال نهاية القصة. ثمة الكثير من المرونة هنا، والكثير مما يجب تعلمه. وما يجب أن نتعلمـــه يشـــمل أمرين معا، دراسة علم الكون ودراسة علم فيزياء الجســيمات الــذى يكمـــن فـــى الأساس وله أهميته الجوهرية لهذه النماذج.

الكون الدورى

بول شتاينهاردت[١٤]

شغلت طول العالم الماضى بإنشاء نظرية بديلة تقلب تاريخ الكوزموس[١٥] رأسا على عقب. نجد فى هذه النظرية أن كل الأحداث التى خلقت الملامح المهمة لكوننا تقع بترتيب مختلف، وبفيزياء مختلفة، وفى أوقات مختلفة، عبر مقاييس زمنية مختلفة، ومع ذلك يبدو هذا النموذج قادرا على إعادة إنتاج كل التنبؤات الناجحة للصورة المتفق عليها عموما وبنفس التفصيل المتقن.

---

(١٤) بول شتاينهاردت أستاذ كرسى ألبرت أينشتين للعلم وأستاذ فى كل من قسم الفيزياء وقسم علوم الفيزياء الفلكية فى جامعة برينستون. وهو أحد القادة من المنظرين المسئولين عن نظرية التضخم، وقد انشغل بإنشاء أول نموذج للتضخم قابل للعمل به وإنشاء نظرية عن كيف أن التضخم يستطيع إنتاج البذور لتكوين المجرات. وهو أيضا واحد من أول من بينوا الأدلة على وجود الطاقة المظلمة وتسارع الكون، طارحا مصطلح "الجوهر الخالص" للإشارة إلى الأشكال الدينامية للطاقة المظلمة. وقد منح فى ٢٠٠٢ ميدالية ديراك للمركز الدولى للفيزياء النظرية، بالاشتراك مع آلان جوث وأندريه لند، وذلك عن إنشاء مفهوم التضخم فى علم الكون.

(١٥) كلمة Cosmos تعنى الكون بوصف أنه نظام نسقى متناغم بما يتعارض مع الشواش. لم يتفق بعد فى العربية على كلمة واحدة تعبر عن ذلك. أحيانا تعرب الكلمة إلى كوزموس وأحيانا تترجم إلى كون. (المترجم)

لو أننا طلبنا من معظم علماء الكون أن يعطوا ملخصا عن موقفنا الآن مباشرة فى هذا المجال، سوف يقولون لنا إننا نعيش فى فترة خاصة جدا من تاريخ البشرية، حيث يحدث بفضل حشد كامل من أوجه التقدم فى التكنولوجيا، أننا نستطيع أن نرى الكون البعيد جدا والمبكر جدا بطرائق لم نكن نستطيعها من قبل. نستطيع الحصول على لقطة لصورة تبين ما كان عليه الكون وهو وليد، عندما كانت أول الذرات مازالت تتكون. ونستطيع الحصول على لقطة لصورة تبين ما كان الكون يبدو عليه فى أثناء مراهقته، عندما كانت أول النجوم والمجرات مازالت تتكون. ونحن نحصل الآن على صورة كاملة التفاصيل بالأبعاد الثلاثة لما يبدو عليه الكون المحلى الآن. عندما نضع هذه المعلومات معا سنحصل على سلسلة بالغة الإحكام من القيود التى تحدد أى نموذج لتطور الكون. جمعنا فى العقد الأخير بيانات أدت إلى إلغاء كل نظريات تطور الكون التى ظهرت فى أوائل تسعينيات القرن العشرين ما عدا نظرية واحدة، نموذج يمكننا أن نسميه بأنه نموذج الاتفاق العام حاليا. يشمل هذا النموذج توليفة من نموذج الانفجار الكبير كما تنامى فى عشرينيات وثلاثينيات وأربعينيات القرن العشرين؛ ونظرية التضخم التى طرحها آلان جوث فى أوائل الثمانينيات؛ وتعديل حديث لها سأناقشه سريعا. نظرية الاتفاق العام هذه تتوافق مع الأرصاد التى لدينا الآن عن الكون بتفصيل متقن. ولهذا السبب، يستنتج الكثيرون من علماء الكون أننا فى النهاية قد حددنا التاريخ الكوزموى الأساسى للكون.

إلا أن عندى وجهة نظر مختلفة إلى حد ما، وجهة نظر استثارها حدثان. الأول هو التعديل الحديث الذى أشرت إليه. أود أن أحاج بأن هذا التعديل الحديث ليس مجرد تعديل وإنما هو صدمة حقيقية لكل أفكارنا عن الزمن والتاريخ الكوزموى. والثانى، أنى شغلت طوال العام الماضى بإنشاء نظرية بديلة تقلب تاريخ الكوزموس رأسا على عقب. نجد فى هذه النظرية أن كل الأحداث التى خلقت الملامح المهمة لكوننا تقع بترتيب مختلف، وبفيزياء مختلفة، عبر مقاييس زمنية مختلفة، ومع ذلك يبدو هذا النموذج قادرا على إعادة إنتاج كل التنبؤات الناجحة للصورة المتفق عليها عموما وبنفس التفصيل المتقن.

الفارق الأساسى بين هذه الصورة وصورة الاتفاق العام يأتى مباشرة من طبيعة الزمان. يفترض النموذج المعيارى أو نموذج الاتفاق العام، أن الزمان له بداية، وهى ما نشير له عادة بأنها الانفجار الكبير. نجد حسب هذا النموذج، أنه لأسباب لا نفهمها تماما، طلع الكون من اللاشىء إلى بعض شىء، مفعم بالمادة والطاقة، وأنه ظل يتمدد ويبرد طول ١٣,٧ من بلايين السنوات الماضية. ونجد فى النموذج البديل، أن الكون لا نهاية له. فالزمان بلا نهاية بمعنى أنه يتواصل للأبد فى الماضى وللأبد فى المستقبل. كما أن المكان بمعنى ما بلا نهاية. بل والحقيقة أن أبعاد المكان الثلاثية تبقى لا نهائية خلال كل تطور الكون.

يطرح هذا النموذج على نحو أكثر تحددا وجود كون يكون له تطور دورى. وذلك بمعنى أن الكون يمر خلال فترات من التطور من الساخن إلى البارد، ومن الكثيف إلى الأقل كثافة، ومن الإشعاع الساخن إلى البنية التى نراها الآن ثم فى النهاية إلى كون خاو. ثم تحدث سلسلة من الأحداث تسبب بدء الدورة مرة ثانية. يعاد حقن الكون بالطاقة، بما يخلق فترة جديدة من التمدد والابتراد. وتتكرر هذه العملية دوريا للأبد. وما نشهده الآن هو ببساطة أحدث دورة.

فكرة الكون الدورى ليست فكرة جديدة. تأمل الناس هذه الفكرة لزمن يرجع إلى بداية التاريخ المسجل. وكمثل فإن قدماء الهندوس كان لديهم علم كون بالغ الرقى والتفاصيل يتأسس على كون دورى. وقد تنبأوا بأن مدة كل دورة هى ٨,٦٤ بليون من الأعوام، وهو تنبؤ فيه دقة للرقم الثالث. وهذا أمر يثير بالغ الإعجاب، خاصة وأنهم لم يكن لديهم نظرية ميكانيكا كم ولا نظرية أوتار! ولا يتفق هذا الرقم مع الرقم الذى سأطرحه، وهو من تريليونات من الأعوام بدلا من بلايينها.

ظلت فكرة الدورات مبحثا متعاودا فى الفكر الغربى. وكمثل، نجد أن إدجار آلان بو هو وفردريك نيتشه، كان لكل منهما نموذج دورى للكون، كما نجد فى الأيام الأولى من علم الكون حسب النسبية أن ألبرت أينشتين، وألكسندر فريدمان، وجورج ليميتر، وريتشارد تولمان، كانوا جميعا يهتمون بفكرة الدورات. أعتقد أن السبب واضح فى أن كثيرين هكذا قد وجدوا أن فكرة الدورات جذابة. عندما يكون

لدينا كون له بداية، سنواجه بالتحدى بأن علينا أن نفسر السبب فى بدءه والظروف التى تم فيها بدءه. أما إذا كان لدينا كون دورى، فإنه يكون خالدا، وبالتالى لا يكون علينا أن نفسر البداية.

اكتشفت مشاكل تكنيكية شتى فى أثناء محاولات إدخال الأفكار الدورية فى علم الكون الحديث فى عشرينيات وثلاثينيات القرن العشرين. كانت الفكرة السائدة وقتها هى دورة يمر فيها كوننا بأبعاده الثلاثية من خلال فترات تمدد تبدأ بالانفجار الكبير ثم ينعكس الأمر إلى انكماش "فانسحاق كبير". ثم لايلبث الكون أن يثب مرتدا ويبدأ التمدد ثانية. كانت إحدى المشاكل أنه فى كل مره ينكمش فيها الكون إلى "الانسحاق"، سوف ترتفع كثافة وحرارة الكون إلى درجات لانهائية، ولا يكون من الواضح إن كان يمكن عندها تطبيق القوانين المعتادة للفيزياء. وثانيا، أن كل دورة تمدد ثم انكماش تخلق إنتروبيا من خلال عمليات حرارية - دينامية طبيعية، تضيف إلى الإنتروبيا التى نتجت فى الدورات الأقدم. وبالتالى، سنجد عند بدء الدورة الجديدة، أن هناك كثافة إنتروبيا أعلى مما فى الدورة السابقة. وثبت فى النهاية أن مدة الدورة تعتمد على نحو حساس على كثافة الإنتروبيا. إذا زادت الإنتروبيا، تزيد مدة الدورة أيضا. وبالتالى، فمع استمرار التقدم زمنيا، تصبح كل دورة أطول من الدورة السابقة. والمشكلة أننا لو قمنا بتقدير استدلالى بالرجوع وراء فى الزمن ستصير الدورات هكذا أقصر وأقصر حتى تنكمش فى زمن محدد إلى مدة من الصفر. وهكذا نكون لم نصل بعد إلى حل مشكلة تجنب وجود بداية؛ وإنما نحن فقط قد دفعناها وراء لعدد محدد من الدورات. إذا كان لنا أن نعيد إدخال فكرة كون دورى حقا، يجب أن نحل أولا هاتين المشكلتين. سوف أصف نموذجا دوريا يستخدم أفكارا جديدة تؤدى بالضبط إلى التوصل للحل.

حتى ندرك السبب فى أن أى نموذج بديل جدير بالمتابعة، سيكون من المهم أن نحصل على طبعة بتفصيلات أكثر لصورة الاتفاق العام. لاريب أن بعض جوانب نموذج الاتفاق العام فيها ما يجذب، إلا أن هناك أرصادا حديثة تجبرنا على تعديل هذا النموذج وجعله أكثر تعقدا. وبالتالى اسمحوا لى أن أبدأ بإلقاء نظرة عامة عليه.

تبدأ نظرية الاتفاق العام بالانفجار الكبير: فالكون له بداية. وهــذا افتــراض اتخذه الناس طوال الخمسين سنة الأخيرة، ولكنه ليس مما يمكن أن نبــرهن عليــه حاليا من بأى من القوانين الأساسية للفيزياء. وبالإضافة، فإن علينا أن نفتــرض أن الكون قد بدأ بكثافة طاقة مقدارها أقل من القيمة الحرجة. وإلا فبغيــر ذلــك كــان سيحدث للكون أن يتوقف عن التمدد وأن يعاود التقلص قبل المرحلة التاليــة مــن تطوره، أى عهد التضخم. وبالإضافة، حتى نصل إلى هذه المرحلة التضخمية يجب أن يكون هناك بعض نوع من الطاقة لتدفع التضخم. ويفترض على نحو نمطى أن هذا يرجع إلى وجود مجال "تضخم". علينا أن نفترض أنه يوجد فى تلك الرقع مــن الكون التى بدأت بكثافة أقل من الحرجة، جزء له قدره من الطاقة مختزن فى طاقة تضخم تستطيع فى النهاية أن تتولى زمام أمور الكون وتبدأ فترة من تمدد متسارع. وهذه كلها افتراضات معقولة، ولكنها على كل ليست إلا افتراضات.

إذا افترضنا أنه تم الإيفاء بكل هذه الشروط، ستتغلب طاقة التضــخم علــى المادة والإشعاع بعد لحظات قليلة ويبدأ عهد التضخم ويتسارع تمدد الكون بســرعة شديدة. يؤدى التضخم إلى عدد من الأمور المعجزة: فيجعل الكون متجانسا، ويجعل الكون مسطحا، ويخلف وراءه بعض نقاط غير متجانسة، يفترض أنها البذور التــى ستشكل المجرات. يصير الكون الآن مهيأ ليدخل فى الطور التالى من التطور فــى ظروف مناسبة. سنجد حسب النموذج التضخمى أن طاقة التضخم تضمحل إلى غاز ساخن من المادة والإشعاع. وتتشكل بعد ثانية أو ما يقرب أول النوى الخفيفة. وبعد مرور القليل من عشرات الألوف من السنين، تهيمن على الكون المادة التى تتحرك بطيئا. يحدث فى أثناء هذه الفترة أن تتشكل أول الذرات، ويصير الكــون شــفافا، وتأخذ بنية الكون فى التشكل - أول النجوم والمجرات. القصة حتى هــذه النقطــة بسيطة نسبيا.

على أن هناك اكتشافا حديثا بأننا قد دخلنا مرحلة جديدة من تطور الكــون. حدث أمر غريب نتج عنه أن أخذ تمدد الكون يتسارع ثانية. كان ما يحدث طــوال ١٣,٧ من بلايين السنين عندما كانت المادة والإشعاع يسيطران على الكون وبنيتــه

تتشكل، هو أن تمدد الكون كان يتباطأ، وسبب ذلك أن ما فـــى داخلـــه مـــن مـــادة وإشعاع كانا فى حالة جذبوية متجاذبة ويقاومان التمدد. وكان من المفترض حتـــى وقت قريب جدا أن المادة ستواصل أن تكون شكل الطاقة المسيطر فى الكـــون وأن هذا التباطؤ فى التمدد سيستمر دائما.

إلا أننا اكتشفنا بدلا من ذلك فى أرصادنا الحديثة، أن تمدد الكون يتســـارع. يعنى هذا أن معظم طاقة الكون لاهى مادة ولا هى إشعاع. وبدلا من ذلـــك، فـــإن شكلا آخر من الطاقة أخذ يغلب على المادة والإشعاع. سميت هـــذه الطاقـــة بأنهـــا "الطاقة المظلمة"، حيث مازال يعوزنا مصطلح يكون أفضل مـــن ذلـــك. الطاقـــة المظلمة، بخلاف المادة والإشعاع المألوفين لنا، تكون فى حالة تنافر جذبويا. وهـــذا هو السبب فى أنها تؤدى إلى تسارع التمدد بدلا من إبطائه. حسب نظرية نيوتن عن الجاذبية، تكون كل كتلة متجاذبة جذبويا، ولكن نظرية أينشتين عن النسبية العامـــة تتيح إمكان وجود أشكال من الطاقة تكون جذبويا متنافرة ذاتيا.

أعتقد أن جماعات علمى الفيزياء والكون لم تتشرب تشربا كاملا دلالات هذه النظرية، بل ولا حتى الجمهور العام. هذه النظرية ثورة بالمعنى التاريخى الكبير - بالمعنى الكوبرنيكى. كوبرنيكوس (الذى استقينا كلمة "الثورة" عنه) هو الذى غيـــر من فكرتنا عن المكان ومركزنا فى الكون. بين كوبرنيكوس أن الأرض تدور حول الشمس، وعندما فعل ذلك فإنه قدح الزناد لسلسلة من الأفكار أدت بنا إلى فكرة أننا نعيش فى مكان ليس له وضع خاص فى الكون؛ لا يوجد أى شىء خـــاص يتعلـــق بمكان وجودنا. والآن، فقد اكتشفنا شيئا غريبا جدا حول طبيعة الزمان: فنحن ربما نعيش فى مكان ليس له وضع خاص، ولكننا نعيش "بالفعل" زمانا له وضع خاص. إنه زمن مرحلة انتقال حديثة من التباطؤ إلى التسارع؛ من مرحلة كانـــت المـــادة والإشعاع فيها يسودان الكون إلى مرحلة يصيران فيها بســـرعة عنصـــرين غيـــر مهمين؛ انتقال من مرحلة كانت البنية تتشكل فيها بمقاييس تتزايد دائما فى كبرهـــا إلى مرحلة يحدث فيها أن يتوقف تشكيل البنية بسبب هذا التمدد المتســـارع. نحـــن وسط مرحلة انتقال بين طورين من التطور. وكما أن ما طرحه كوبرنيكوس من أن

الأرض لم تعد بعد مركز الكون قد أدى إلى سلسلة من الأفكار التى غيرت نظرتنا إلى بنية المنظومة الشمسية ثم بنية الكون فى النهاية، فبمثل ذلك تماما قد يؤدى اكتشافنا الجديد للتسارع الكونى إلى تغيير نظرتنا لتاريخ الكون.

الآن وهذه الأفكار حول نموذج الاتفاق فى ذهننا، دعنا نتحول إلى الفرض الدورى. حيث إنه دورى، فإن هذا يتيح لى أن أبدأ النقاش عن الدورة عند أى نقطة أختارها. حتى يكون هناك تناظر فى النقاش، سأبدأ عند نقطة مناظرة للانفجار الكبير؛ سأسميها " الانفجار". هذه نقطة فى الدورة يصل فيها الكون إلى أعلى حراة وكثافة. إلا أنه فى هذا السيناريو، بخلاف ما فى نموذج الانفجار "الكبير"، ليس هناك تباعد يحدث بين الحرارة والكثافة. هناك حرارة قصوى محددة. إنها درجة حرارة عالية جدا – تقرب من $١٠^{٢٠}$ درجة بمقياس كلفن، درجة عالية بما يكفى لتبخر الذرات والنوى إلى مكوناتها الأساسية – ولكنها ليست لا متناهية. والحقيقة أنها أقل بما له قدره مما يسمى مقياس طاقة بلانك، حيث تسود تأثيرات الجاذبية الكمومية. تبدأ النظرية "بالانفجار" ثم تواصل طريقها مباشرة إلى مرحلة يسودها الإشعاع. ليس لدينا فى هذا السيناريو التضخم الذى يوجد فى السيناريو المعيارى. ومع ذلك سيظل علينا أن نفسر السبب فى أن الكون مسطح، وأن نفسر السبب فى أن الكون متجانس، وأن نفسر من أين أتت التراوحات التى تؤدى إلى تكوين المجرات، ولكن هذا لن يفسر بمرحلة مبكرة من التضخم. سوف يفسر ذلك بمرحلة مختلفة فى الكون الدورى، سنصل إليها فيما يلى.

الكون فى هذا النموذج الجديد يواصل طريقه مباشرة إلى طور يسوده الإشعاع ويشكل الكميات الوافرة المعتادة من النوى؛ ثم إنه يمضى مباشرة إلى طور تسوده المادة وتتشكل المجرات والبنى الكبيرة المقاس؛ ثم يمضى إلى طور تسوده الطاقة المظلمة. فى نموذج الاتفاق العام تأتينا الطاقة المظلمة كمفاجأة، حيث إنها شىء علينا أن نضيفه داخل النظرية لجعلها متماسكة مع ما نرصده. أما فى النموذج الدورى، فنجد أن الطاقة المظلمة تتحرك إلى مركز المسرح لتقوم بدور الممثل الرئيسى الذى يدفع الكون إلى التطور الدورى. أول ما تفعله الطاقة المظلمة

عندما تسود الكون هو ما نرصده الآن: فهى تسبب أن يبدأ تمدد الكون فى التسارع. ما أهمية ذلك؟ على الرغم من أن معدل هذا التسارع أقل بمائة مرتبة أسية عن التسارع الذى لدينا فى التضخم، فإننا إذا أعطينا الكون وقتا كافيا فإن هذا التسارع البطىء فى التمدد يصل بالفعل إلى الإنجاز نفسه الذى يصل إليه التضخم. فهو يؤدى بمرور الوقت إلى أن يرقق من توزيع المادة والإشعاع فى الكون، بما يجعل الكون أكثر وأكثر تجانسا وتوحدا فى الخواص، والحقيقة أنه يؤدى إلى هذا على نحو مكتمل، دافعا الكون إلى حالة هى أساسا حالة فراغ.

توجد جسيمات قدرها 10^{80} أو 10^{90} داخل حجم الأفق الكونى (ويقاس نصف قطره بمقدار ١٣,٧ من بلايين السنين الضوئية)، ولكن لو أننا نظرنا إلى الكون منذ تريليون سنة سنجد أن الجسيمات قد توزعت متباعدة بمسافات كبيرة بحيث إنه يوجد أقل من جسيم واحد فى الحجم نفسه. يود سيث لويد أن ننظر إلى الكون باعتباره أحد الكمبيوترات، حيث تكون البتات - أو الجسيمات - المتاحة للحوسبة هى تلك التى فى نطاق أفق الكون. سنجد فى الكون المتسارع أن كمبيوتر سيث النهائى يفقد البتات بالفعل.

إذا كان الكون يجعل هكذا متجانسا وموحد الخواص فإنه فى الوقت نفسه يجعل أيضا مسطحا. إذا كان فى الكون أى انبعاج أو انحناء، فإن التسارع الذى تسببه الطاقة المظلمة؛ وإن كان يجرى كعملية بطيئة، سوف يجعل المكان مسطحا بدرجة قصوى. لو كان التمدد المتسارع سيستمر إلى الأبد فسيكون فى ذلك ولاريب نهاية القصة. ولكننا نجد فى هذا السيناريو، تماما مثلما فى التضخم، أن الطاقة المظلمة تظل باقية فحسب لفترة محدودة. ثم إنها تقدح زناد سلسلة من الأحداث تؤدى فى النهاية إلى تحول الطاقة من إمكان لطاقة جاذبية إلى نوع جديد من الطاقة والإشعاع، سوف يبدآن بعدها فترة جديدة من تمدد الكون. هذا الإنتاج السريع للمادة والإشعاع وما يصحبه من عكس الانكماش إلى التمدد السريع، هو ما يشكل الانفجار التالى. سيبدو الأمر من وجهة نظر الراصد المحلى وكأن الكون يمر من خلال دورات مضبوطة؛ بمعنى أنه سيبدو أن الكون يحدث له تفريغ فى كل دورة

وتتخلق مادة وإشعاع جديدان، بما يؤدى إلى فترة جديدة من التمدد. وبهذا المعنى فإنه كون دورى.

لو كان الواحد منا راصدا كونيا ويستطيع أن يرى الكون اللانهائى بأسره، سوف يكتشف أن أبعادنا الثلاثة تكون لا نهائية للأبد فى هذه القصة. ما يحدث فى كل مرة يتخلق فيها المادة والإشعاع، هو أنهما يترققان. بعامل كبير ولكنه محدد. فهما يوجدان هناك فى بعض مكان ولكنهما يترققان. يبدو الكون بالنظرة المحلية وكأنه دورى، ولكنه بالنظرة الشاملة له تطور مستقر، تتزايد فيه الإنتروبيا الكلية حسب عامل ثابت من دورة إلى الدورة التالية. عندما نجرى تقديرا استدلاليا بالرجوع إلى الوراء فى الزمان، سنجد أن الكون يتقلص وأن الإنتروبيا تتناقص فى كل دورة حسب عامل ثابت. على أنه إذا كان الكون لانهائيا والإنتروبيا لانهائية، فإن التناقص بعامل محدد يظل يخلف حجما لانهائيا وإنتروبيا لانهائية. ويمكن للعملية من حيث المبدأ أن تستمر إلى مالا نهاية.

نستطيع أن نصف تفصيليا الطريقة التى يتم بها ذلك بطرائق مختلفة. اخترت أن أطرح صورة هندسية جميلة جدا تدفع إليها نظرية الأوتار الفائقة[١٦]. سنستخدم من نظرية الأوتار الفائقة عددا قليلا فحسب من العناصر الأساسية، وبالتالى لا يلزم علينا حقا أن نعرف أى شيء من نظرية الأوتار الفائقة حتى نفهم ما سأتحدث عنه، فيما عدا أن نفهم أن بعض الأشياء الغريبة التى سأطرحها هى بالفعل جزء من نظرية الأوتار الفائقة، يترقب أن يستفاد به بعض الفائدة.

إحدى الأفكار الموجودة فى نظرية الأوتار الفائقة هى أن هناك أبعادا إضافية، وهذا عنصر أساسى، ضرورى ليجعل النظرية متماسكة رياضيا. الكون

---

(١٦) نظرية الأوتار الفائقة: حسب نظرية الأوتار فإن كل الجسيمات الأساسية فى الكون تكون من أوتار صغيرة جدا بما لا يرى وهى كيانات مرنة ذات بعد واحد. تتحدد الخواص المميزة لكل جسيم حسب ذبذبات ودوران الوتر بما يشابه تحدد صوت وتر آلة الكمان حسب مقدار شد الوتر وغير ذلك من خصائصه. نظرية الأوتار الفائقة تطوير لنظرية الأوتار أدخلت فيه السيمترية الفائقة، وكلمة الفائقة تصف السيمترية وليس الأوتار. (المترجم)

فى إحدى الصياغات الخاصة لتلك النظرية يكون فيه أحد عشر بعدا. تكون ستة من هذه الأبعاد ملفوفة فى كرة يبلغ من صغر حجمها أنى سوف أزعم لا غير أنها غير موجودة، حتى أصل إلى ما أهدف إليه. وعلى أى حال، هناك ثلاثة أبعاد مكانيــة، وبعد زمانى واحد، وكذلك بعد إضافى واحد أريد بالفعل أن أنظر أمرها. سنجد فى هذه الصورة أن أبعادنا المكانية الثلاثة تقع بطول سطح فائق أو غشاء. هذا الغشاء هو حد للبعد المكانى الإضافى. وهناك حد أو غشاء آخر يشكل الحد الآخر للبعــد الإضافى. ويوجد البعد الإضافى فيما بينهما داخل ما يسمى "حجم التكتــل" Bulk volume، وهو بخلاف أبعادنا الثلاثية المعتادة يمتد فقط لمسافة محددة. الأمر وكأن عالمنا بأبعاده الثلاثية هو أحد الوجيهن لشطيرة، بينما هناك عالم آخر ثلاثى الأبعاد يشكل وجه الشطيرة الآخر. يشار إلى هذين الوجهين بأنهما " ثنايا مدارية" (Orbi folds) أو "برانات" (branes). (وهذه الكلمة الأخيرة مشتقة من كلمــة الأغشــية " membranes). البرانات لها خصائص فيزيائية. فلديها طاقة وعزم وعندما نستثير البرانات نستطيع أن ننتج كواركات وإلكترونات. نتكون نحن جميعا من الكواركات واللبتونات[١٧] الموجودة على براناتنا. وحيث إن الكواركات واللبتونات تستطيع أن تتحرك فحسب بطول البرانات، فإننا مقيدون بأن نتحرك بطول براننا وبــأن نــرى فقط الأبعاد الثلاثة لبراننا. ونحن لا نستطيع أن نرى مباشرة التكتل أو أى مادة فوق البران الآخر.

يحدث فى الكون الدورى، أن هذين البرانين يصطدمان معا علــى فتــرات منتظمة من تريليونات الأعوام. يؤدى هذا إلى تخليق كل أنواع الاســتثارة - مــن جسيمات وإشعاع. وما يحدث عندها من اصطدامات يزيد مــن ســخونة البــرانين وبعدها فإنهما لا يلبثا أن يرتدا مبتعدين.

يتجاذب البرانان أحدهما للآخر بقوة لها فعل يماثل تمامــا فعــل الزنبــرك، فتجعلهما يتقاربان معا على فترات منتظمة. يمر الكون فى أثناء كل دورة بنــوعين

---

(١٧) اللبتونات جسيمات خفيفة تحت ذرية تشمل الإلكترونات والميون والتاو والنيوترينــو وهــى عكــس الباريونات الثقيلة. (المترجم)

من الحركة. عندما يكون ما بداخل الكون هو المادة والإشعاع، تكون الحركة الرئيسية هى أن يمتط البرانان، أو فيما يكافئ ذلك فإن أبعادنا الثلاثة تتمدد. وتبقى البرانات فى الوقت نفسه وهى منفصلة بمسافة ثابتة تقريبا. تمتد هذه الفترة بطول ١٣,٧ من بلايين السنين منذ آخر انفجار. التمطط هو ما نفسره عادة بأنه تمدد الكون. ويحدث طول هذه الفترة أن يقبع هناك على بعد ميكروسكوبى بران آخر وهو يتمدد، ولكن حيث إننا لا نستطيع أن نلمس أى شيء أو نشعر به أو نراه عبر التكتل فإننا لا نستطيع الإحساس به مباشرة. وإذا كان هناك تجمع من المادة هناك، فإننا نتمكن من الإحساس بتأثيره الجذبوى، ولكننا لا نستطيع أن نرى أى ضوء أو أى شيء آخر يبثه، لأن أى شيء يبثه سوف يتحرك بطول ذلك البران. ونحن لا نرى إلا الأشياء التى تتحرك بطول البران الخاص بنا.

يحدث لاحقا، عندما يترقق الإشعاع والمادة، أن تسود الكون الطاقة المصاحبة للقوة ما بين البرانين. وفى فرصة مواتية لنا فوق أحد البرانين، فإن هذا يكون له مفعول يماثل تماما الطاقة المظلمة التى نرصدها حاليا. فهو يسبب تسارع البرانين فى مطهما حتى تنبسط كل المادة والإشعاع اللذين نتجا منذ الاصطدام الأخير ويصبح البرانين أساسا سطحين ناعمين مسطحين خاويين. يمكننا إذا شئنا أن نعتبر أنهما يتجعدان ويمتلآن بالمادة بعد ١٣,٧ من بلايين السنين ثم يمتطا بقدر خيالى عبر ما يلى من تريليون من الأعوام. يسبب التمطط أن يترقق ما يوجد من كتلة وطاقة فوق البران الخاص بنا وتصبح التجعدات ناعمة. تكون البرانات بعد تريليونات من الأعوام ناعمة ومسطحة وفارغة، فى كل جانب مهم بها.

يحدث بعد ذلك أن القوة ما بين البرانين تقربهما معا ببطء. وهى إذ تقربهما معا تصير أكثر قوة ويتسارع البرانات أحدهما تجاه الآخر. وعندما يصطدمان يكون لذلك تأثير عنيف – عنفا يكفى لتخليق كثافة عالية للمادة والإشعاع مع حرارة عالية جدا وإن كانت محددة. يرتد البرانان مبتعدين ليعودا تقريبا إلى حيث هما الآن، وبعدها فإن المادة والإشعاع الجديدين (من خلال فعل الجاذبية) يسببان أن يبدأ البرانان فترة جديدة من التمطط.

من الواضح فى هذه الصورة أن الكون يمر خلال فترات من التمدد ومن نوع غريب من التقلص. عندما يتقارب البرانان معا لا يكون هذا تقلصا لمقاييسنا وإنما هو تقلص للبعد الإضافى. قبل هذا التقلص، تكون كل المادة والإشعاع قد انبسطتا، ولكنهما بخلاف النماذج الدورية القديمة فى عشرينيات وثلاثينيات القرن العشرين لا يتجمعان ثانية معا فى أثناء التقلص، وذلك بسبب أن عالمنا ثلاثى الأبعاد – أى براننا الخاص – يظل ممتطا. ولا يتقلص إلا البعد الإضافى. تكرر هذه العملية نفسها دورة بعد الأخرى.

عندما نقارن النموذج الدورى بنموذج الاتفاق العام نجد أن وظيفتين من وظائف التضخم – وهما تسطيح وتجانس الكون – يتم إنجازهما عن طريق فترة من التمدد المتسارع مثل تلك التى بدأناها فى التو. وبالطبع فقد حدث هذا التسطح والتجانس فى وقت يسبق كثيرا تشكيل المجرات الحالية بكوننا، وهكذا فإن هذا يناظر التمدد الذى حدث منذ دورة واحدة، سبقت أحدث انفجار، وجعلت كوننا متجانسا ومسطحا. ما إن يحدث ذلك، حتى يظل الكون متجانسا ومسطحا تقريبا فى أثناء تقلصه ثم إعادة تمدده ممتلئا بالمادة والإشعاع.

تحدث الوظيفة الثالثة للتضخم – وظيفة إنتاج تراوحات الكثافة – فى أثناء تقارب البرانين معا وتقلص البعد الإضافى. عندما يتقارب البرانان، تسبب تراوحات الكمومية أن يبدأ البرانان فى التجعد. وينتج عن تجعدهما أنهما لا يتصادمان فى كل مكان فى الوقت نفسه. وبدلا من ذلك تتصادم بعض المناطق فى وقت مبكر قليلا عن الأخرى. يعنى هذا أن بعض المناطق تسخن ثانية إلى حرارة محدودة وتأخذ فى الابترداد قبل المناطق الأخرى بقليل. عندما يتباعد البرانان ثانية، لا تكون حرارة الكون متجانسة تجانسا كاملا بل يكون هناك تباينات مكانية طفيفة فى الحرارة والكثافة تخلفت عن التجعدات الكمومية.

على الرغم من أن العمليات الفيزيائية التى تخلق التراوحات فى النموذج الدورى تختلف فيزيائيا اختلافا كاملا عن تلك التى فى النموذج التضخمى ولها أيضا مقياس زمنى مختلف تماما – فتستغرق بلايين السنين بدلا من $١٠^{-٣٠}$ ثانية –

إلا أنه ثبت فى النهاية على نحو ملحوظ أن طيف التراوحات فى توزيع الطاقة والحرارة المتولدين فى النموذجين الكونيين هو أساسا متطابق. وبالتالى فإن النموذج الدورى يتفق أيضا اتفاقا رائعا مع ما لدينا الآن من قياسات كونية للحرارة وتوزيع الكتلة.(١٨)

العمليات الفيزيائية التى تولد التراوحات فى النموذجين ينتج عنها تمييز رهيف، ولكنه مهم، ومن الممكن أن يتم تفحصه بالتجارب فى المستقبل. يحدث فى التضخم تراوحات فى الزمكان نفسه، تسمى بالموجات الجذبوية، وهى تتخلق بالإضافة إلى تراوحات الطاقة والحرارة. وهذه خاصية نأمل أن نبحث عنها فى التجارب التى تنفذ فى العقود التالية للتحقق من نموذج الاتفاق العام. لا نحصل فى النموذج الدورى على هذه الموجات الجذبوية. الفارق الجوهرى هو أن التراوحات التضخمية تتخلق فى عملية عنيفة فائقة السرعة قوية بما يكفى لتخليق موجات جذبوية، فى حين أن التراوحات الدورية تتخلق فى عملية لطيفة فائقة البطء أضعف من أن تنتج موجات جذبوية. وهذا مثال يعطى فيه النموذجان تنبؤات رصد تختلف اختلافا صارخا. تعد إشارة الموجة الجذبوية أصعب من أن ترصد فى الوقت الحالى، إلا أن التجارب قد تكون حساسة بما يكفى فى العقد القادم.

الأمر الذى يخلب اللب فى هذه اللحظة هو أن لدينا نموذجين أساسيين قد أتيحا لنا. وهما من أحد الجوانب قطبين متباعدين من حيث ما يخبراننا به حول طبيعة الزمن، وحول تاريخنا الكوزموى، وحول ترتيب وقوع الأحداث ومن حيث المقياس الزمنى الذى يحدثان به. ومن الناحية الأخرى فإنهما يتماثلان تماثلا ملحوظا من حيث ما يتنبآن به عن الكون الآن. سيكون ما يصل بنا إلى قرار فى

---

(١٨) فى ١١ فبراير ٢٠٠٣ أعلن فريق القمر الصناعى لمجس ويلكنسون لتباين خواص الميكروويف عن نتائجه المهمة كعلامات للطريق، فقدم لقطات لصور عالية الدقة لتوزيع الحرارة والطاقة فى الكون المبكر جدا. شدد الفريق على المقارنة مع نموذج الاتفاق العام للانفجار الكبير / التضخم، مسجلا أن النماذج التضخمية الأبسط قد تم الآن استبعادها. وكانوا أقل تشددا بشأن حقيقة أن النماذج الدورية الأبسط تتسق مع النتائج. من السابق لأوانه تماما أن نصل إلى استنتجات حاسمة من النتائج الحالية، ولكنها تلمح إلى أننا على عتبة الوصول إلى أرصاد حرجة قد تمكننا من التمييز بين السيناريوهين.

النهاية للفصل فى أمر الاثنين هو توليفة من الأرصاد (كالبحث مثلا عـــن وجـــود موجات جذبوية كونية) ومن النظرية، وذلك لأن أحـــد الجوانـــب الأساســية فـــى السيناريو الدورى تتضمن افتراضات عما يحدث عند اصطدام البرانات، افتراضات يمكن أيضا التأكد منها أو تفنيدها فى نظرية الأوتار الفائقة. ونجد فى الوقت نفســـه أننا سوف نتمكن فى السنوات العشر القادمة من الاستمتاع متعة عظيمـــة بتخمـــين دلالات كل فكرة من هذه الأفكار، أيها سنفضله وكيف يمكننا التمييز بينها بأفضـــل طريقة.

نظريات البران

ليزا راندال[١٩]

قد تبدو الأبعاد الإضافية المكانية لأول وهلة وكأنها فكرة جامحة مجنونة، إلا أن هناك أسبابا فعالة تجعلنا نعتقد أن هناك حقا أبعادا إضافية للمكان. يكمن أحد الأسباب فى نظرية الأوتار، التى يفترض فيها أن الجسيمات ليست أساسية هى نفسها ولكنها أنماط ذبذبة لوتر أساسى.

---

(١٩) ليزا راندال أستاذة الفيزياء فى جامعة هارفارد حيث نالت منها أيضا درجة دكتوراه الفلسفة (١٩٨٧). وقد عينت بين ١٩٩٨ و ٢٠٠٠ كأستاذة بدرجة كاملة فى وظيفة مشتركة بين برنستون ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، ثم انتقلت إلى هارفارد كأستاذة بدرجة كاملة فى ٢٠٠١. تجرى راندال أبحاثا فى الفيزياء النظرية للطاقة العالية تتعلق أساسا باستكشاف الفيزياء التى تكمن فى الأساس من النموذج المعيارى لفيزياء الجسيمات. ويتضمن ذلك دراسات للسيمترية الفائقة، كما يتضمن أحدث دراساتها أخيرا عن الأبعاد الإضافية للمكان.

أسهمت فيزياء الجسيمات فى فهمنا لظواهر كثيرة، تراوحت ابتداء من أعمال البروتون الداخلية ووصولا إلى تطور الكون المرصود. ومع ذلك تظل هناك أسئلة أساسية بلا إجابة، بما يحفز لتخمينات تتجاوز ما نعرفه من قبل. تتضمن هذه الألغاز ما للجسيمات الأولية من كتل محيرة؛ وطبيعة المادة المظلمة والطاقة المظلمة التى تشكل الكتلة الأساسية للكون؛ وتنبؤات نظرية الأوتار عن عالمنا المرصود، وتعد هذه النظرية أفضل نظرية مرشحة لتدمج معا ميكانيكا الكم والنسبية العامة. أدت هذه الأسئلة (هى وما لدينا من الفضول الأساسى) إلى حفزى للقيام برحلات استكشافية للنظريات التى قد تكون فى الأساس من المعرفة المستقرة حاليا. دار بعض من أحدث أبحاثى حول فيزياء الأبعاد الإضافية للمكان وقد أثبتت هذه الأبحاث أنها مفيدة جدا بما يتجاوز أى توقع.

تتناول فيزياء الجسيمات أسئلة حول القوى التى نفهمها – القوة الكهرومغناطيسية، والقوة الضعيفة المصاحبة للاضمحلال النووى، والقوة القوية التى تربط الكواركات معا فى بروتونات ونيوترونات – وإن كان مازال علينا أن نفهم كيف تتلاءم الجاذبية مع هذه الصورة. نظرية الأوتار هى اللاعب الرئيسى فى هذه المباراة، ولكننا مازلنا لا نعرف كيف تؤدى نظرية الأوتار إلى توليد كل الجسيمات وقوانين الفيزياء التى نراها بالفعل. كيف نمضى من هذه النظرية الأصلية الجميلة الموجودة فى عشرة أبعاد لنصل إلى العالم المحيط بنا، والذى ليس له إلا أربعة أبعاد فقط؛ ثلاثة أبعاد مكانية يضاف لها بعد الزمان؟ ما الذى صار إليه ما فى نظرية الأوتار من فيض من الجسيمات والأبعاد؟

أحيانا تكون طريقة التناول المثمرة للمشاكل الكبيرة التى تبدو لنا عسيرة، هى أن نسأل أسئلة تخضع إجاباتها الممكنة للاختبار بالتجربة. تتناول هذه الأسئلة عموما قوانين وعمليات فيزيائية سبق لنا رؤيتها. ويكاد يكون مؤكدا أن أى تبصرات جديدة ستكون فيها تضمينات لأسئلة تكون حتى أكثر تأسسا. وكمثل، مازلنا لا نعرف ما الذى يؤدى إلى نشأة كتل الجسيمات الأساسية – الكواركات، واللبتونات (كالإلكترون مثلا)، وبوزونات القياس الكهربى الضعيف – أو السبب

فى أن هذه الكتل أقل كثيرا من الكتلة المصاحبة للجاذبية الكمومية. والفارق ليس صغيرا: الفارق بين مقياسى الكتلتين يبلغ ست عشرة مرتبة من أس العشرة! النظريات الوحيدة التى يرجح ترشيحها كنظريات فى الأساس من النموذج المعيارى هى فحسب تلك التى تفسر وجود هذه النسبة الهائلة. لا نعرف حتى الآن ما تكونه هذه النظرية، إلا أن الكثير من الأبحاث الحالية فى فيزياء الجسيمات هى محاولات لاكتشاف النظرية، بما فى ذلك الأبحاث التى تتناول الأبعاد الإضافية للمكان. سوف تجرى سريعا أبحاث لاستكشاف هذه التخمينات بواسطة "الجهاز الكبير لاصطدام الهادرون"[٢٠] فى جنيف، وهو جهاز سيعمل عند طاقات من التريليون إلكترون فولت (Tev) وهى طاقات تتعلق بفيزياء الجسيمات. ينبغى أن تؤدى نتائج التجارب التى تنفذ هكذا إلى أن ننتقى بطرائق متينة ومباشرة ما هو مناسب من بين شتى الافتراضات التى تصف فيزيائيا ما يكمن فى الأساس. إذا ثبت أن النظرية الكامنة فى الأساس هى السيمترية الفائقة أو إحدى نظريات الأبعاد الإضافية التى سوف أصفها فيما يلى، فإن هذا سيكون له دلالات عميقة باقية بالنسبة لمفهومنا عن الكون.

أجريت الآن أبحاث عن الفيزياء بمقياس تريليون إلكترون فولت "تيف". علماء فيزياء الجسيمات يقيسون الطاقة بوحدات من إلكترون فولت. أما وحدات "تيف" (Tev) فتعنى تريليون إلكترون فولت. وهذه طاقة عالية جدا تتحدى حدود التكنولوجيا الحالية، ولكنها طاقة منخفضة من منظور الجاذبية الكمومية، التى يرجح ألا يظهر أى مما يترتب عليها إلا عند طاقات أعلى بست عشرة مرتبة من أس – العشرة. هذا المقياس للطاقة يثير اهتمامنا لأننا نعرف أن الجزء الذى لم يتم بعد الكشف عنه من النظرية المصاحبة لإعطاء الجسيمات الأولية مالها من كتلة، هو جزء ينبغى العثور عليه هناك.

---

(٢٠) أجهزة الاصطدام Collider: نوع من المعجلات يسبب اصطدام الجسيمات تحت الذرية أو سحقها معا باستخدام مغناطيسات كهربية. والهادرون فئة من الجسيمات تحت الذرية تشمل الباريونات والميزونات. (المترجم)

هناك تفسيران محتملان لهذا الفارق الهائل في مقاييس الطاقة، وهما السيمترية الفائقة[٢١] وفيزياء الأبعاد الإضافية. كان من المعتقد حتى وقت قريب جدا أن السيمترية الفائقة هي الطريقة الوحيدة لتفسير الفيزياء عند مقياس (التيف). وهي سيمترية تصنع العلاقة بين خصائص البوزونات[٢٢] وخصائص الفرميونات[٢٣] المرافقة لها (حيث البوزونات والفرميونات نوعان مختلفان من الجسيمات تميزهما ميكانيكا الكم). البوزونات لها برم[٢٤] من عدد كامل والفرميونات لها برم من عدد بالأنصاف، حيث البرم هو رقم كمومي داخلي. من غير السيمترية الفائقة، يتوقع المرء ألا تكون هناك علاقة بين هذين النوعين من الجسيمات. أما حسب السيمترية الفائقة فهناك علاقة وثيقة في الخصائص كالكتلة وقوة التفاعل بين أحد الجسيمات ورفيقه في السيمترية الفائقة. وكمثل، فإن ذلك يتضمن بالنسبة للإلكترون وجود جسيم فائق يناظره يسمى سيلكترون، يكون له في هذه الحالة الكتلة نفسها والشحنة نفسها. كان هناك، ولا يزال هناك، أمل كبير في أن نجد بصمات السيمترية الفائقة في الجيل التالي من أجهزة الاصطدام. سيكون اكتشاف السيمترية الفائقة إنجازا مذهلا. سيكون في ذلك أول امتداد للسيمتريات في صحبة المكان والزمان منذ أنشأ أينشتين نظريته عن النسبية العامة في أوائل عشرينيات القرن العشرين. وإذا كانت السيمترية الفائقة على صواب، فإن من المرجح أنها ستحل ألغازا أخرى، مثل وجود المادة المظلمة. يبدو أن نظريات الأوتار التي لها إمكانية لأن تشمل النموذج المعياري، تتطلب وجود السيمترية

---

(٢١) السيمترية الفائقة: نظرية تحاول الربط بين كل القوى الأربع الأساسية، أي الكهرومغناطيسية والنووية الضعيفة، والنووية القوية، والجاذبية. تفترض النظرية أن كل واحدة من هذه القوى قد انبثقت منفصلة في أثناء التمدد الذي حدث في الكون المبكر جدا. على أنه حسب هذه النظرية لا يوجد إلا نوع واحد من الجسيمات بدلا من وجود نوعين أحدهما لتكوين المادة (فرميونات) والآخر لنقل القوى (بوزونات). (المترجم)

(٢٢) البوزونات: جسيمات لنقل القوى مثل الفوتونات التي تنقل القوة الكهرومغناطيسية. (المترجم)

(٢٣) الفرميونات: جسيمات من المادة. الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات كلها فرميونات. (المترجم)

(٢٤) البرم (ألف) خاصة داخلية للجسيمات الأولية تعرف بأنها كمية الحركة الواوية لجسيم أولي دون اعتبار لحركته المدارية. الجسيمات المكونة للمادة كالإلكترون يكون برمها بنصف أو بكسر النصف مثل ٣/٢ و٥/٢. والجسيمات ناقلة القوة كالفوتون يكون برمها بأعداد صحيحة. (المترجم)

الفائقة، بحيث إن البحث فى السيمترية الفائقة له أهميته أيضا لمنظـــرى الأوتـــار. السيمترية الفائقة نظرية مثيرة جدا لسببين معا، أولهما تلك الأسباب النظرية السابقة وثانيهما إمكان وجود قابلية لاختبارها بالتجارب.

على أى حال، فإن السيمترية الفائقة مثل نظريات كثيرة أخرى تبدو رائعـــة وهى فى حالة من التجريد ولكنها تخلف أسئلة كثيرة بلا حل عنـــدما نهـــبط إلـــى التفاصيل الصلبة عن طريقة اتصالها بالعالم الذى نراه بالفعل. لابد من أن السيمترية الفائقة تنهار عند بعض طاقة معينة، لأننا لم نر بعد أى "رفيقين فائقين". يعنى هـــذا أن الرفيقين من الجسيمات - مثل الإلكترون والسيلكترون - لايمكن أن يكون لهما الكتلة نفسها بالضبط؛ فلو كانا كذلك لرأيناهما معا. لابد من أن الرفيق غير المرئى له كتلة أكبر مادام حتى الآن يتفادى الاكتشاف. نود أن نعرف كيف يمكن أن يحدث ذلك بطريقة تتسق مع كل الخواص المعروفة للجسيمات الأولية. المشكلة بالنســـبة لمعظم النظريات التى تتضمن انهيار السيمترية الفائقة هى أن فيها تنبؤ بكل الأنواع الأخرى من التفاعلات والاضمحلالات، الأمر الذى تســـتبعده التجـــارب بالفعـــل. أوضح العوامل التى ترشح للعمل على انهيار الســـيمترية الفائقـــة تتـــيح لأنـــواع الكواركات المختلفة أن تمتزج معا، فيكون للجسيمات هوية سيئة التحدد. ولكن هناك غياب لهذا الامتزاج، مع الحفاظ على الهويات المختلفة للكواركات، وهذا كله فيـــه قيد محكم على محتوى النظريات الفيزيائية المصحوبة بانهيار الســـيمترية الفائقـــة، وفيه أحد الأسباب المهمة لعدم رضاء الناس رضاء كاملا عن الســـيمترية الفائقـــة كتفسير لمقياس وحدات "تيف". يتطلب العثور على نظرية متماسكة للسيمترية الفائقة إدخال فيزياء من نوع يعطى كتلا لرفاق السيمترية الفائقة من كل أنواع الجسيمات التى نعرف أنها موجودة، وذلك بدون إدخال تفاعلات لا نريدها. وبالتالى، فإن من المعقول أن ننظر حولنا بحثا عن نظريات أخرى قد تفسر لنا السبب فـــى أن كتـــل الجسيمات تكون مصحوبة بمقياس طاقة من وحدات "تيف" وليس بمقياس أكبر بست عشرة مرتبة من أس العشرة.

كان هناك الكثير من الانفعال عندما طرح لأول مرة أن الأبعـــاد الإضـــافية توفر طرائق بديلة لتناول أصل مقياس وحدات "التيف". قد تبدو الأبعـــاد الإضـــافية

المكانية لأول وهلة وكأنها فكرة جامحة مجنونة، إلا أن هناك أسبابا فعالة تجعلنا نعتقد أن هناك حقا أبعادا إضافية للمكان. يكمن أحد الأسباب فى نظرية الأوتار، التى يفترض فيها أن الجسيمات نفسها ليست أساسية ولكنها أنماط ذبذبة لوتر أساسى. الاندماج المتسق للجاذبية الكمومية هو النصر الرئيسى لنظرية الأوتار. إلا أن نظرية الأوتار تتطلب أيضا تسعة أبعاد إضافية، وهذا فى كوننا المرصود يعد أكثر مما ينبغى بستة أبعاد. السؤال عما حدث للأبعاد الستة غير المرئية يعد قضية مهمة فى نظرية الأوتار. ولكننا إذا كنا نسأله من وجهة نظر التساؤلات عن الطاقة المنخفضة نسبيا، فإننا نستطيع أن نسأل أيضا عما إذا كان يمكن للأبعاد الإضافية أن يكون لها دلالات مهمة بالنسبة لفيزياء جسيماتنا المرصودة أو بالنسبة لفيزياء الجسيمات التى ينبغى أن نرصد فى المستقبل القريب. هل يمكن للأبعاد الإضافية أن تساعد فى الإجابة عن بعض المشاكل التى لم تحل بشأن فيزياء الجسيمات ثلاثية الأبعاد؟

تأمل الناس فى فكرة الأبعاد الإضافية قبل أن تفد نظرية الأوتار، وإن كانت التخمينات التى من هذا النوع يتم سريعا نسيانها أو تجاهلها. من الطبيعى أن نسأل ماذا سيحدث لو كان للمكان أبعاد مختلفة؛ وعلى كل فإن حقيقة أننا نرى فقط ثلاثة أبعاد مكانية لا تعنى بالضرورة أنه يوجد فحسب ثلاثة أبعاد، ونظرية النسبية العامة لأينشتين لا تتعامل على وجه التفضيل مع كون بثلاثة أبعاد. من الممكن أن توجد مكونات كثيرة غير مرئية فى الكون. وعلى أى حال، كان من المعتقد فى أول الأمر أنه إذا كان هناك وجود لأبعاد إضافية فإنها لابد من أن تكون صغيرة جدا حتى تهرب من ملاحظتنا. كان الافتراض المعيارى فى نظرية الأوتار هو أن الأبعاد الإضافية ملفوفة بمقاييس بالغة الصغر بما لا يكاد يصدق 10^{-33} من السنتيمترات، ما يسمى طول بلانك، وهو المقياس الذى يصاحبه أن يصبح لتأثيرات الكم أهميتها. وبهذا المعنى، يكون هذا المقياس هو مرشحنا الواضح: إذا كانت هناك أبعاد إضافية، لها أهمية واضحة بالنسبة للبنية الجذبوية، فلأنها ستتميز بهذا المقياس بعينه للمسافات. على أنه إذا كان الأمر هكذا، ستكون له دلالات قليلة جدا بالنسبة لعالمنا. لن يكون لهذه الأبعاد تأثير أيا ما كان على أى شيء نراه أو نخبره.

ومع ذلك يمكننا من وجهة النظر التجريبية، أن نسأل عما إذا كان ينبغى حقا أن تكون الأبعاد الإضافية صغيرة بهذه الطريقة المضحكة. إلى أى حــد يمكــن أن تكون هذه الأبعاد كبيرة ومع ذلك تهرب من ملاحظتنا؟ ثبت فــى النهايــة دون أى افتراضات جديدة أن الأبعاد الإضافية يمكن أن تكون أكبر بسبع عشرة مرتبة مــن أس العشرة عن $١٠^{-٣٣}$ من السنتيمترات. حتى نفهم هذا الحد يتطلب ذلك فهما أكمل لدلالات الأبعاد الإضافية فى فيزياء الجسيمات.

إذا كان هناك وجود لأبعاد إضافية فإن الرسل التــى لهــا إمكــان التبشــير بوجودها هى جسيمات تسمى أنماط الكالوزا - كلاين أو (ك ك). جســيمات ك ك لها نفس الشحنات مثل الجسيمات التى نعرفها، ولكنها لها كم حركــى يقــاس فــى الأبعاد الإضافية. وهكذا فإنها تظهر لنا كجسيمات ثقيلة لها طيف كتلة متميز يتحدد بحجم وشكل الأبعاد الإضافية. كل جسيم معروف لنا يكون له رفقاء من جســيمات ك ك هذه بحيث إننا نتوقع أن نجدها إذا كانت الأبعاد الإضافية كبيرة. وحقيقة أننــا لم نر بعد جسيمات ك ك فى نظم الطاقة التى استكشفناها تجريبيا، هى حقيقة تضع حدودا على حجم الأبعاد الإضافية. كما سبق أن ذكرنا، فإن مقياس طاقة وحــدات "تيف" من $١٠^{-١٦}$ سم قد تم اختباره تجريبيا. حيث إننا لم نر بعد أنمــاط ك ك فــى حين أن $١٠^{-١٦}$ سم ينتج عنها جسيمات ك ك تقرب كتلتها من وحدة "تيف"، فإن هذا يعنى أن كل الأحجام حتى $١٠^{-١٦}$ تكون مما يسمح به بالنسبة لإمكان وجود أبعــاد إضافية. وهذا أكبر بما له قدره من $١٠^{-٣٣}$ سم، ولكنه لايزال أصغر من أن تكــون له أهميته.

هكذا كانت الأمور فى عالم الأبعاد الإضافية حتى وقت قريب جــدا. فكــان يعتقد أن الأبعاد الإضافية قد تكون موجودة ولكنها ستكون صغيرة أقصى الصــغر. إلا أن توقعاتنا تغيرت تغيرا دراميا بعد ١٩٩٥، عندما أدرك جو بولتشينسكى مــن جامعة كاليفورنيا فى سانتا باربارا هو وآخرون من المنظرين، أهمية أشياء إضافية فى نظرية الأوتار تسمى "البرانات". البرانات فى جوهرها أغشية - أشياء بأبعــاد أقل موجودة فى مكان بأبعاد أكثر. (حتى نتصور ذلك، هيا نفكر فى ستارة حمــام

دش، فهى واقعيا شيء ببعدين فى مكان من ثلاثة أبعاد). للبرانات وضع خــاص، خاصة فى سياق نظرية الأوتار، لأن هناك ميكانزم طبيعى يقيد الجســيمات إلــى البران؛ وبالتالى لا تكون هناك حاجة لأن ينتقل كل شيء فى الأبعاد الإضافية حتى عندما تكون هذه الأبعاد موجودة. ستكون الجسيمات المقيدة بالبران لها كم حركــى وحركة يقتصران على وجودهما بطول البران فقط، مثل قطرات الماء على ســطح ستار حمام الدش.

تتيح لنا البرانات وجود مجموعة جديدة بأكملها من الإمكانات فــى فيزيــاء الأبعاد الإضافية؛ لأن الجسيمات المقيدة بالبران ستبدو تقريبا كما ستبدو عليه فــى عالم له ثلاثة أبعاد زائد بعد واحد آخر؛ وهى لا تغامر أبدا بــأن تتجــاوزه. مــن الممكن أن تكون البروتونات، والإلكترونات، والكواركات، وكل أنواع الجســيمات الأساسية لصيقة على البران. وفى هذه الحالة فإننا قد نتساءل عما إذا كان ينبغى أن نهتم مطلقا لأى سبب بالأبعاد الإضافية، مادام الأمر أنها على الرغم من وجودهــا فإن الجسيمات التى تصنع عالمنا لا تمر عبرها. على أى حال، سنجد أنــه علــى الرغم من أن كل جسيمات النماذج المعيارية المعروفة تكون لصيقة بالبران، إلا أن هذا لا يصدق بالنسبة للجاذبية. هناك ميكانزمات تقيد للبران الجسيمات والقوى التى لها وسيط من الفوتون أو البروتون ذى القياس الكهربى وهذه الميكانزمات لا تنطبق على الجاذبية. الجاذبية حسب نظرية النسبية العامة، يجب أن توجد بالضرورة فــى هندسة كاملة للمكان. وبالإضافة، فإن وجود نظرية جذبوية متسقة يتطلب أن يكون الجرافيتون، أى الجسيم الوسيط للجاذبية، مقرونا بأى مصدر للطاقة، سواء كان هذا المصدر مقيدا أو غير مقيد بالبران. وبالتالى، يجب أن يوجد الجرافيتون أيضا هناك فى المنطقة التى تشمل الهندسة الكاملة للأبعاد الأكثر - منطقــة تســمى "الكتلــة الرئيسية" (bulk) - لأنه ربما توجد هناك مصادر للطاقة. وأخيرا، هناك تفسير فى نظرية الأوتار للسبب فى أن الجرافيتون ليس مقيدا بأى بران: الجرافيتون يصاحب الأوتار المغلقة، ولايمكن أن تثبت أوتار فى البران إلا الأوتار المفتوحة.

عندما يكون لدينا سيناريو تكون الجسيمات فيه مقيدة لبــران وتكــون فيــه الجاذبية وحدها حساسة للأبعاد الإضافية، فإن هذا السيناريو يتــيح وجــود أبعــاد

إضافية أكبر بما له قدره مما كان يعتقد فى السابق. وسبب ذلك أن الجاذبية لم تختبر حقا على نحو جيد مثل القوى الأخرى، وإذا كانت الجاذبية وحدها هى التى تخبر الأبعاد الإضافية، تكو القيود هنا أكثر تساهلا بكثير. لم ندرس الجاذبية دراسة جيدة بما يماثل دراستنا لمعظم الجسيمات الأخرى، لأن الجاذبية قوة ضعيفه بأقصى حد وبالتالى أصعب فى القياس بدقة. أوضح الفيزيائيون أنه حتى تلك الأبعاد التى تقرب فى كبرها من الملليمتر يمكن السماح بوجودها، لو كانت الجاذبية وحدها هى التى توجد فى الكتلة الأساسية ذات الأبعاد الأكبر. يعد هذا الحجم هائلا عند مقارنته بالمقاييس التى نتحدث عنها. فهذا حجم ماكروسكوبى مرئى! ولكن لما كانت الفوتونات (التى نرى بها) مقيدة بالبران أيضا، فإن هذه الأبعاد لن تكون مرئية لنا، على الأقل حسب الطرق التقليدية.

ما إن تتضمن الصورة البرانات، حتى يمكننا أن نبدأ فى الحديث عن أبعاد إضافية كبيرة كبرا جنونيا. إذا كانت الأبعاد الإضافية كبيرة جدا، فإن هذا قد يفسر السبب فى أن الجاذبية ضعيفة هذا الضعف. (قد يبدو لنا أن الجاذبية ليست ضعيفة، ولكن ما يشدنا لأسفل هو الأرض بأسرها؛ عند اقتران جرافيتون فردى مع جسيم فردى تكون النتيجة صغيرة تماما. ومن وجهة نظر فيزياء الجسيمات التى تنظر أمر تفاعلات الجسيمات المفردة، تكون الجاذبية قوة ضعيفة أقصى الضعف). هذا الضعف للجاذبية هو إعادة صياغة لما يسمى مشكلة التراتبية، أى مشكلة السبب فى أن كتلة بلانك الضخمة التى تقمع التفاعلات الجذبوية تكون أكبر بست عشرة مرتبة من أس العشرة عن الكتلة المصاحبة للجسيمات التى نراها. على أنه إذا كانت الجاذبية تنتشر عبر أبعاد إضافية كبيرة، فإن هذا سيخفف حقا من قوتها. سينتشر المجال الجذبوى فى الأبعاد الإضافية وبالتالى يكون ضعيفا جدا فوق البران، وهذه فكرة طرحها حديثا المنظرون نيما أركانى - حامد، وسافاس ديموبولوس، وجيا دفالى. مشكلة هذه السيناريو هى صعوبة تفسير السبب فى أن الأبعاد ينبغى أن تكون كبيرة هكذا. تتحول مشكلة النسبة الكبيرة بين الكتل إلى مشكلة للحجم الكبير للأبعاد الملفوفة.

تبينا أنا ورامان سندروم الذى يعمل حاليا فى جامعة جونز هوبكنز، أن هناك تفسير أكثر طبيعية لضعف الجاذبية حيث يمكن أن يكون النتيجة المباشرة للتجاذب الجذبوى المصاحب للبران نفسه. البرانات بالإضافة إلى الإيقاع بالجسيمات فى شراكها، تحمل طاقة، بينا أن هذا من منظور النسبية العامة يعنى أن البران يؤدى إلى انحناء المكان من حوله، بما يغير الجاذبية بالقرب منه. عندما تصبح الطاقة فى المكان على علاقة ارتباط بالطاقة على البران بحيث إن برانا كبيرا مسطحا بثلاثة أبعاد يقبع فى المكان الذى له أبعاد أكثر، عندها يكون الجرافيتون (الجسيم الذى يوصل القوة الجذبوية) منجذبا بقوة إلى البران. وبدلا من أن تنتشر الجاذبية باتساق فى بعد إضافى فإنها تبقى مركزة محليا، وهى قريبة جدا من البران.

يؤدى التركيز العالى للجرافيتون قرب البران - ولنسمى البران الذى تبقى الجاذبية عنده مركزة محليا بأنه "بران بلانك" - إلى حل طبيعى لمشكلة التراتب فى كون له برانان. حسب الهندسة الخاصة التى تحل معادلات أينشتين، فإننا إذا مضينا لبعض مسافة فى بعد إضافى، سنرى قوة جذبوية مقموعة قمعا أسيا. وهذا أمر لافت للنظر لأنه يعنى أنه يمكن أن يظهر فارق هائل بين مقاييس الكتلة - بست عشرة مرتبة أسية - كنتيجة لفارق متواضع نسبيا بين البرانات. إذا كنا نعيش فوق البران الثانى (وليس بران بلانك)، سنجد أن الجاذبية ضعيفة جدا. ليس من الصعب التوصل لوجود مسافة متواضعة هكذا بين البرانات وهى أصغر بمراتب كثيرة من التضاعف الأسى عما هو ضرورى لسيناريو الأبعاد الإضافية الكبيرة الذى ناقشناه فى التو. عندما يوجد لدينا جرافيتون يتمركز محليا بالإضافة إلى بران ثانى منفصل عن البران الذى تقطن عليه جسيمات النموذج المعيارى لفيزياء الجسيمات، فإن هذا يوفر لنا حلا طبيعيا لمشكلة التراتبية، مشكلة السبب فى أن الجاذبية ضعيفة هكذا ضعفا لا يصدق. تعتمد قوة الجاذبية على الموضع، وهى عند الابتعاد عن بران بلانك تقمع أسيا.

لهذه لنظرية دلالات تجريبية مثيرة، حيث إنها تطبق بمقياس من فيزياء الجسيمات - هو مقياس وحدة "التيف". حسب هندسة الانحناء الكبير بهذه النظرية،

سيكون لجسيمات كالوزا - كلاين - تلك الجسيمات التى لها كم حركى فى الأبعاد الإضافية - سيكون لها كتلة تقرب من وحدة "تيف"؛ وبالتالى فإن هناك إمكان حقيقى لإنتاجها فى أجهزة التصادم فى المستقبل القريب. سوف تتخلق هذه الجسيمات مثل أى جسيمات أخرى وتضمحل بطريقة تماثل ذلك كثيرا. يمكن عندها أن ندرس بالتجارب أمر نتاجات اضمحلالها ونعيد بناء الكتلة والبرم اللذين يشكلان خواصها المميزة. الجرافيتون هو الجسيم الوحيد المعروف لنا وله برم (٢). جسيمات كالوزا-كلاين الكثيرة المصاحبة للجرافيتون سيكون لها أيضا برم (٢) وبالتالى يمكن التعرف عليها بسهولة. سيكون فى رصد هذه الجسيمات برهان قوى على وجود أبعاد إضافية وسيطرح ذلك أن النظرية صحيحة.

اكتشفنا أنا ورامان شيئا مثيرا بمثل إثارة هذا التفسير لوجود مقاييس كتلة مختلفة جدا، بل لعله شيء أكثر إدهاشا. كان يعتقد تقليديا أن الأبعاد الإضافية يجب أن تكون ملفوفة أو تكون مقيدة بين برانين، وإلا لأمكننا رصد جاذبية الأبعاد الأكثر. يلوح أن البران الثانى السابق ذكره له فائدته فى غرضين: فهو يفسر مشكلة التراتبية بسبب الاحتمال الصغير لأن يوجد هناك جرافيتون، كما أن هذا البران مسئول أيضا عن تقييد البعد الإضافى بحيث لا يمكن أن نرى إلا ثلاثة أبعاد على المسافات الطويلة (الأكبر من حجم البعد).

وعلى كل، فإن "تركيز الجرافيتون قرب بران بلانك يمكن أن يكون له دلالة مختلفة تماما. إذا نسينا للحظة مشكلة التراتبية، سيكون البران الثانى غير ضرورى! بمعنى أنه حتى لو كان هناك بعد إضافى لانهائى ونحن نعيش فوق بران بلانك فى هذا البعد اللانهائى، فإننا لن نعرف ذلك. فى هذه "الهندسة المعوجة"، مع المعرفة بأن المكان يوجد به جرافيتون يتناقص مداه أسيا، سوف نرى الأشياء وكأن هذا البعد لا وجود له وكأن العالم له فقط أبعاد ثلاثة.

احتمال أن يتمركز الجرافيتون فى موضع بعيدا عن بران بلانك احتمال صغير جدا، ونتيجة ذلك أن سنجد أن أى شيء يجرى على مسافة بعيدة من بران بلانك ينبغى ألا تكون له أهمية تتعلق بالفيزياء فوق البران أو بالقرب منه. والحقيقة

أن الفيزياء على المسافات البعيدة تكون بلا علاقة تماما بذلك لدرجة أن البعد الإضافى يمكن أن يكون لانهائيا، ولا تكون هناك مطلقا أى مشكلة من حيث ما هو الأفضل للأبعاد الثلاثية. لما كان الجرافيتون يقوم فقط برحلات غير متكررة في الكتلة الرئيسية، فإن وجود بران ثانى لا يكون ضروريا للحصول على نظرية تصف عالمنا ثلاثى الأبعاد، كما كان يعتقد فيما سبق. سيكون من الممكن أن نعيش فوق بران بلانك ونعالج مشكلة التراتبية ببعض طريقة مختلفة، أو ربما نعيش على بران ثانى هناك فى الكتلة الرئيسية، ولكن هذا البران لن يكون الحد للمكان الذى يكون الآن لانهائيا. ليس من المهم أنه يحدث أحيانا أن الجرافيتون يتسرب بعيدا عن بران بلانك؛ فهو متمركز محليا هناك بدرجة كبيرة بحيث أن بران بلانك يقوم أساسا بمحاكاة عالم من ثلاثة أبعاد، وكأنه لاوجود مطلقا لبعد إضافى. وكمثل، فإن عالما بأربعة أبعاد سيبدو متطابقا تقريبا مع عالم بثلاثة أبعاد. وبالتالى فإن كل الأدلة التى لدينا بشأن الأبعاد المكانية الثلاث يمكن بما يساوى ذلك أن تكون أدلة لنظرية يوجد فيها أربعة أبعاد مكانية بمدى لانهائى.

هذه مباراة مثيرة وإن كان فيها إحباط. تعودنا أن نعتقد أن أسهل شىء نستبعده هو الأبعاد الإضافية الكبيرة، لأن الأبعاد الإضافية الكبيرة مصحوبة بطاقات منخفضة يكون التوصل لها، أسهل. على أننا الآن نجد أنه بسبب انحناء المكان، هناك نظرية تسمح بوجود بعد رابع لانهائى للمكان فى شكل يحاكى محاكاة وثيقة الأبعاد الثلاثة بحيث إن العالمين لا يمكن بالفعل التمييز بينهما.

إذا كان هناك فروق، فستكون رهيفة. وقد يثبت فى النهاية أن الثقوب السوداء فى العالمين ستسلك على نحو مختلف. من الممكن أن تتسرب الطاقة بعيدا من البران، بحيث إنه عندما يضمحل ثقب أسود فإنه ربما يلفظ جسيماته فى البعد الإضافى وبالتالى يكون الاضمحلال أسرع كثيرا. يجرى الفيزيائيون الآن بعض أبحاث تثير الاهتمام عما ستبدو عليه الثقوب السوداء إذا صدقت هذه النظرية عن البعد الإضافى مع التركيز العالى للجرافيتون على البران؛ وعلى كل، فإن الأبحاث الابتدائية تطرح أن الثقوب السوداء، مثلها مثل أى شىء آخر، ستبدو متماثلة بدرجة

لا تسمح بالتمييز بين نظريتى الأبعاد الأربعة والأبعاد الثلاثة. هناك عند وجود أبعاد إضافية عدد هائل من الممكنات بالنسبة للبنية العامة للمكان. فمن الممكن أن توجد أعداد مختلفة من الأبعاد وقد تكون هناك أعداد تعسفية من البرانات محتواة من داخلها. بل إن البرانات لايلزم أن تكون كلها لها أبعاد من ثلاثة زائد واحد؛ قد تكون هناك أبعاد أخرى للبرانات بالإضافة إلى تلك التى تبدو مماثلة لبراناتنا وموازية لها. ويطرح هذا سؤالا مهما حول البنية العامة للمكان، ذلك أن طريقة تطور المكان على مر الزمان ستكون مختلفة فى سياق وجود برانات كثيرة. من الممكن أن يكون هناك أنواع من القوى والجسيمات كلها لا نعرف شيئا عنها وتكون مركزة على البرانات وتستطيع التأثير فى علم الكون.

الفيزياء فى المثل السابق تبدو فى كل مكان - على البران وفى الكتلة الرئيسية - بثلاثة أبعاد. بل وحتى بعيدا عن بران بلانك ستبدو الفيزياء ثلاثية الأبعاد، وإن كان ذلك مع اقتران جذبوى أضعف. اكتشفت بالبحث مع أندرياس كارتر (الذى يعمل الآن فى جامعة واشنطن) أن هناك احتمالا هو حتى أكثر إذهالا. فالأمر لا يقتصر على إمكان وجود بعد إضافى لانهائى، بل إن الفيزياء أيضا فى المواضع المختلفة يمكن أن تعكس خصائص بعدية مختلفة. تتمركز الجاذبية محليا وهى قريبة منا لدرجة أن المنطقة القريبة منا هى فقط التى تبدو بثلاثة أبعاد؛ أما المناطق التى على مسافة بعيدة فتعكس مكانا له أبعاد أكثر. ربما يكون الأمر أننا نرى أبعادا ثلاثة مكانية ليس بسبب أنه هناك حقا ثلاثة أبعاد فقط، وإنما بسبب أننا ملتصقون بهذا البران وأن الجاذبية تكون مركزة بالقرب منه، فى حين أن المكان المحيط بذلك يكون غافلا عن جزيرتنا ذات الأبعاد الأقل. هناك أيضا إمكانات لأن تستطيع المادة أن تتحرك داخل وخارج هذه المنطقة المعزولة ذات الأبعاد الأربعة، فتبدو وكأنها تظهر ثم تختفى عندما تدخل وتخرج من منطقتنا. هذه ظواهر يصعب جدا الكشف عنها عمليا، ولكننا سنجد نظريا أن هناك شتى أنواع الأسئلة المهمة حول الطريقة التى تتسق بها معا بنية كهذه.

ليس من الضرورى أننا سنتلقى إجابة عن طريق التجارب عما إذا كانت هذه النظريات على صواب وإنما يمكننا أن نحاج فى صفها نظريا إذا كانت إحداها أو

الأخرى ترتبط بنظرية أكثر تأسسا. قد استخدمنا العناصر الأساسية الموجودة في نظرية الأوتار - وهي، وجود البرانات والأبعاد الإضافية - ولكننا نود حقا أن نعرف ما إذا كان هناك بنية برانية حقيقية. هل يمكننا أن نتناول البرانات الخاصة جدا التي تعطيها نظرية الأوتار ونتنج بها كونا به بران يمركز الجاذبية محليا؟ من المهم معرفة ما إذا كنا نستطيع فعلا أن نستقي ذلك من نظرية الأوتار أو من بعض نظرية أخرى أكثر تأسسا. وحقيقة أننا لم نفعل ذلك بعد ليست برهانا على عدم صدق ذلك، وقد قطعت وأندرياس شوطا له قدره في تحقيق السيناريو الخاص بنا في نظرية الأوتار. إلا أن الأمر قد يكون صعبا جد، فمن الصعب جدا حل هذه التركيبات الهندسية المعقدة. عموما، فإن المشاكل التي نصل لحل لها، هي على الرغم من أنها تبدو معقدة جدا، فإنها من أوجه كثيرة مشاكل بسيطة جدا. علينا إجراء الكثير من المزيد من الأبحاث؛ وهناك اكتشافات مثيرة تنتظرنا، وسيكون لها دلالاتها بالنسبة لمجالات أخرى.

في علم الكون مثلا، هناك لدى آلان جوث ميكانزم ناجح جدا حيث التمدد الأسي يجعل الكون ناعما، إلا أن هناك إمكانا آخر مطروح: هناك الكون الدوري، وهذه فكرة لبول شتاينهاردت، حيث يحدث يها مقدار أصغر من التمدد الأسي يتكرر مرات كثيرة. تحفزنا نظرية كهذه لأن نلقى بالأسئلة. أول كل شيء، هل هذا يتسق حقا مع ما نراه؟ مازال هذا موضع بحث. هل لهذه النظرية حقا ميكانزم جديد فيها؟ فكرة الكون الدوري مازالت بمعنى ما تستخدم التضخم ليجعل الكون ناعما. أحيانا يكاد يكون من السهل جدا الخروج بالنظريات. على أي شيء تتأسس نظرياتنا؟ ما الذي يجعلها مرتبطة بالأرض؟ ما الذي يمنعنا من أن نفعل وحسب أي شيء كان؟ هل هناك حقا فكرة جديدة في النظرية؟ هل لدينا حقا ميكانزم جدي فعال؟ هل النظرية ترتبط ببعض فكرة نظرية أخرى أكثر تأسسا؟ هل هي تفيد في إنجاح ذلك؟ أخذت مؤخرا استكشف بعض دلالات الأبعاد الإضافية بالنسبة لعلم الكون. يبدو أن التضخم ينجح مع الأبعاد الإضافية بأفضل مما بدونها! الأمر الجميل حقا في هذه النظرية هو أننا نستطيع أن نجري واثقين حسابات تأثير البعد الإضافي؛ ولا يتطلب

الأمر أى افتراضات تنشأ خصيصا لذلك. وبالإضافة فإن النظرية لها دلالات محددة بالنسبة لتجارب علم الكون. بقيت طول الوقت وأنا أؤكد على ما نراه بالفعل. وأنـــا كلى أمل فى أن نتمكن بمرور الوقت وبالتجارب من أن نميز ما بـــين الإمكانـــات المختلفة.

الجاذبية الكمومية الحلقية[٢٥]

لى سمولين[٢٦]

لم يحدث إلا منذ منتصف ثمانينيات القرن العشرين أن بدأ يصنع تقدم حقيقى فى توحيد نظرية النسبية ونظرية الكم. كانت نقطة التحول هى ابتكار طريقيتين للتناول وليس طريقة واحدة وهما: الجاذبية الكمومية الحلقية، ونظرية الأوتار. أخذنا من وقتها نتقدم تقدما مطردا فى هاتين الطريقتين معا. نحن نستطيع فى كل حالة منهما إجراء عمليات حسابية تتنبأ بظواهر جديدة مدهشة. ومع ذلك فنحن لم ننته بعد. فأى من هاتين الطريقتين ليست بعد فى شكلها النهائى؛ مازالت هناك أمور علينا فهمها. أما الأخبار المهمة حقا فهى أنه توجد الآن

---

(٢٥) الجاذبية الكمومية الحلقية: نظرية عن الزمكان ونسيجه، وهى إحدى المحاولات لإيجاد نظرية موحدة فى الفيزياء تضم معا النسبية العامة (التى تتناول الجاذبية وسلوك الأجرام الكبيرة) هى ونظرية الكم (التى تتناول قوى الكون الأخرى وسلوك الجسيمات تحت الذرية). وتطرح نظرية الجاذبية الكمومية الحلقية أن الزمكان نسيج يتكون من وحدات منفصلة متميزة فى شكل حلقات صغيرة جدا حجمها ١٠-٣٣ سم أو جزء من مليون بليون بليون بليون من السنتيمتر، ونسيج الكون هكذا مصنوع من سلاسل من هذه الحلقات تشبه سلاسل الحلقات فى دروع محاربى العصور الوسطى. ونتيجة صغر هذه الحلقات يبدو الكون وكأنه جد ناعم. ترتب هذا التصور على تعديلات أدخلت على معادلات أينشتين للنسبية العامة، بحيث يمكن هكذا نظريا توحيد الجاذبية مع ميكانيكا الكم. مازالت هذه النظرية فى انتظار إثبات مباشر بتجربة عملية أو بتنبؤ مهم يتحقق. (المترجم)

(٢٦) لى سمولين عالم فيزياء نظرية، وهو مشغول بالجاذبية الكمومية، "الاسم الذى نعطيه للنظرية التى توحد كل الفيزياء وهى نظرية يجرى الآن إنشاؤها". وعلى وجه أكثر تحديدا فهو مشارك فى ابتكار طريقة تناول لهذه النظرية تسمى الجاذبية الكمومية الحلقية. أصبح سمولين فى ٢٠٠١ عضوا مؤسسا وفيزيائيا باحثا فى "معهد بريمتر للفيزياء النظرية" فى واترلو بأونتاريو. ألف سمولين كتابى "حياة الكون" و"ثلاث طرق للجاذبية الكمومية".

فرصة حقيقية لإجراء تجارب سوف تختبـــر التنبـــؤات الجديدة لهذه النظريات.

هذا أمر مهم، لأننا فى موقف لا راحة فيه حيث لـــدينا نظريتان تناميتا على نحو جيد لتكونا مرشحتين للنظرية الكمومية للجاذبية. نحن فى حاجة لاختزالهما فى نظرية واحدة. نستطيع أن نفعل ذلك إما بأن نجد أن إحـــداهما خطأ والأخرى صواب، أو بأن نجد أن النظريتين يمكن أن توحدا معا.

أتيحت لى من سنوات عديدة الفرصة لأن أنتقل إلى "إمبريال كوليج" بلندن (الكلية الإمبراطورية) مع إمكان البدء فى تكوين مجموعة للبحث. بعد أن مكثت هناك لفترة، أتى أحدهم لرؤيتى وقال لى، "أنا أمثل أناسا يريدون بدء معهد للفيزياء النظرية. وهم يريدون لهذا المعهد أن يجرى أبحاثا أساسية فى أمور مثل الجاذبية الكمومية، ونظرية الأوتار، وعلم الكون، وميكانيكا الكم ولديهم لذلك ١٠٠ مليون دولار على الأقل. ماذا ستفعل فى ذلك؟ أى المجالات ستضمنها فيه؟ كيف تريد تشكيل بنيته؟ من الذى يصلح للتعاقد معه؟ هل لديك مدير له؟ هل تود أن تختار شخصا له احترامه وحكمته وتخوله كل السلطة لبنائه، أو أنك فحسب ستتعاقد مع مجموعة من الشباب من خريجى الجامعة وتعطى لهم المعهد بأسلوب متعهدى المشروعات ولكنه بتقنية راقية؛ وتترك لهم إدارته؟" تحدثنا عن ذلك، كما أنه تحدث مع أناس كثيرين فى هذه المجالات – مثل فوتينى ماركوبولو – كالامارا، وكارلو روفللى، وكريس إيشام، وروجر بنروز، وآخرين كثيرين.

كانت البنية أمرا مهما جدا فى هذه المناقشات. كانت وجهة نظرى أن من الخطأ أن نخول السلطة كلها لفرد واحد، لأننا نتناول العلم، والعلم يعمل بأحسن حال عندما يكون الأفراد مستقلين ويكون هناك جماعة علمية. هذا المعهد المقترح – معهد بيريمتر للفيزياء النظرية فى واترلو، خارج تورنتو مباشرة – كان يقصد به بوجه خاص أن يكون بمثابة حضانة للأفكار المبتكرة حول أسئلة أساسية، والأفكار الجديدة إما أنها تنحو إلى أن تجىء من أفراد من الشباب أو تجىء من أفراد يبقون أنفسهم شبابا بان يتحركوا دائما فى مجالات جديدة. نواصل نحن العلماء أن ينتقد أحدنا الآخر، ويكون أداؤنا أفضل أداء فى الأجواء المفتوحة حيث يستطيع كل فرد أن ينتقد كل فرد نقدا أمينا ومباشرا. ونحتاج أيضا إلى وجود جو من الدعم يكون الناس فيه كرماء ومتعاطفين عند وقوع المصاعب وأوجه الفشل. تحدثنا حول كل هذه الأمور، ومع مرور الزمن أخذت التوقعات تبدو أكثر جاذبية من البقاء فى لندن.

مايكل لازاريديس هو مبتكر هذه الفكرة والمانح الرئيسى لمعهد بيريمنر، وهو الرئيس المشارك التنفيذى لشركة "ريسيرش إن موشن" (البحث يتحرك) وهى

الشركة التى تصنع منتجات "بلاكبريرا". بين لازاريديس بوضوح هـو والمجلس الذى شكله أن مايرونه من حيث البنية، شيء مشابه لمعهد الدراسات المتقدمة فـى برينستون. ووضعوا صيغة التفويض بالمهمة، ووضعوا الإطار، إلا أنهم لم يتدخلوا فى قضايا الحياة اليومية من حيث التوجيه العلمى والتعاقدات. وجود مايك ضرورى ضرورة مطلقة، ومع ذلك لم يحدث قط أنه أتى إلينا قـائلا، "أعتقـد أن علـيكم أن تتعاقدوا مع هذا الشخص" أو " أعتقد أن هذا ليس بالاتجاه الجيد لتمضوا فيه". كـان أحد الأمور التى قاموا بها مبكرا جدا أنهم شكلوا لجنة من علماء مرموقين ليعملـوا كمستشارين، يشرفون على ما نفعل. فهم موجودون للتأكد من أننا لا نشرد هائمين فى اتجاهات غريبة علميا، وللحفاظ على التزامنا بالحق.

نشغل الآن مبنى قديما مروعا فى واترلو كان يستخدم كمطعم، ويقع مكتبـى بجوار البار القديم. لدينا جو رائع؛ محبب للناس. بدأ العمل فى إنشاء مبنـى جديـد صممه شابان رائعان هما مهندسان معماريان من مونتريال اسمهما جيلز سوسـير وأندريه بيروت. عندما بدأت العملية، سافرنا معهما إلى كمبردج ولندن، حيث أقـام الناس حديثا مبانى لعلماء فيزياء ورياضة، ودار حديثنا حول ما هو صالح وما هو غير صالح، والسبب فى ذلك. أعتقد أن مبنانا سيكونا مكانا لأداء الفيزياء النظريـة أفضل من أى مما يوجد الآن. بل إن البعض أخذوا يقولون عنا بالفعل إن معهـدنا هو الموقع المثير فى مجالين – الجاذبية الكمومية ونظرية المعلومـات الكموميـة. افتتحنا المعهد فى سبتمبر ٢٠٠١، وهو وقت غريب لبدء أى مسعى، وبدأنا بثلاثـة علماء عينوا بعقود طويلة وهم: روبرت مايرز، وفوتينى ماركوبولو، وإياى؛ منظر للأوتار وفردان يعملان فى الجاذبية الكمومية. كانت هناك فكرة تشغل أذهاننا كثيرا جدا منذ البداية، فكرة أننا لن نذهب إلى تفضيل طريقة تناول معينة. لـدينا أفـراد بارعون فى كلا المعسكرين، وسوف نخلق جـوا بحيـث يتحـدث الأفـراد مـن المعسكرات المختلفة أحدهم مع الآخر. وحتى الآن تم إنجاز الكثير من العلم الجيد. تعاقدنا مع فردين بارعين جدا فى نظرية الكم وهما: ليوسين هاردى من أوكسفورد الذى أجرى أبحاثا مثيرة فى أسس نظرية الكم ونظرية المعلومات الكمومية؛ ودانييل جوتسمان، وهو نجم شاب فى نظرية المعلومات الكمومية. أصبح لدينا فـى ٢٠٠٢

عشرة أفراد من دارسى ما بعد الدكتوراه، والعديد من الزائرين، وأفـــراد كثيـــرون يأتون ويذهبون. زارنا فى يونيو رئيس الوزراء الكندى ووزير الصـــناعة وتعهـــدا بمنحنا أكثر من ٢٥ مليون دولار لدعمنا. كما أتى لنا أيضا نائب وزيـــر مقاطعـــة أونتاريو وتعهد بمنحنا ١١ مليون دولار على الأقل. كان مما يشد العزم أن نرى أن قواد بلد واحد على الأقل يفهمون أن دعم العلم الخـــالص أمـــر ضـــرورى لبلـــد ديمقراطى حديث.

العلم نوع من معمل مفتوح للديمقراطية. فهو طريقة للتجريب مع مثاليـــات مجتمعاتنا الديمقراطية. وكمثل، لابد من أن نتقبل فى العلم حقيقة أننا نعـــيش فـــى مجتمع يجعل الحكم النهائى حسب جدارة عملنا. إلا أننا نجد فى الوقت نفسه أن حكم أى فرد هو أمر يخصه. تتطلب أخلاقيات المجتمع أن نحاج دفاعا عما نـــؤمن بـــه وأن نحاول بأقصى ما نستطيع أن نتمكن من الحصول على نتائج لاختبار توقعاتنـــا الحدسية، إلا أن علينا أن نكون أمناء فى تسجيل النتائج، أيا ما كانت. لكل واحد منا الحرية والاستقلال ليفعل ما يشاء، طالما أنه يتقبل فى النهاية حكم المجتمع. يتـــأتى العلم الجيد من تصادم الأفكار المتناقضة، من الاختلاف، من أنـــاس يحـــاولون أن يكون أداؤهم أفضل من معلميهم، وأعتقد أن لدينا هنا نموذجا لما يقوم عليه المجتمع الديمقراطى. هناك قوة هائلة فى أسلوب حياتنا الديمقراطى، والعلم فى الجذر مـــن ذلك.

أود الآن أن أتحدث عن مشكلة الجاذبية الكمومية وأحسن طريقتين للتناول تم طرحهما لحلها، وهما ما تسميان الجاذبية الكمومية الحلقية ونظرية الأوتـــار. هـــذه حالة يتخذ فيها الأفراد المختلفون طرائق تناول مختلفة لحل مشكلة علمية أساســـية، وثمة دروس تثير الاهتمام نتعلمها من طريقة نشأة هـــذه النظريـــات منـــذ أوائـــل ثمانينيات القرن العشرين، دروس عن المكان والزمان ودروس أيضا حول طريقـــة عمل العلم.

الجاذبية الكمومية هو الاسم الذى نعطيه لنظرية توحد كل الفيزياء. جـــذور هذه النظرية موجودة فى نظرية أينشتين عن النسبية العامة وفى نظرية الكم. تدور

نظرية أينشتين للنسبية العامة حول المكان، والزمان، والجاذبية، فى حين أن نظرية الكم تصف كل شىء آخر موجود فى الكون، بما فى ذلك الجسيمات الأولية، والنوى، والذرات والكيمياء. ابتكرت هاتان النظريتان فى أوائل القرن العشرين، وكان تصاعدهما علامة للإطاحة بالنظرية السابقة، وهى نظرية ميكانيكا نيوتن. هاتان النظريتان هما التراث الرئيسى لفيزياء القرن العشرين. بقيت مشكلة توحيدهما المشكلة الأساسية المفتوحة فى الفيزياء التى تخلفت لنا لنحلها فى هذا القرن.

الطبيعة هى التوحد. هذا القلم مصنوع من ذرات ويقع فى المجال الجذبوى للأرض. وبالتالى لابد من أن هناك إطارا واحدا، قانونا واحدا للطبيعة تشكل هاتان النظريتان وجهين مختلفين له. سيكون من السخف لو كان هناك قانونان فيزيائيان غير قابلين للتوفيق بينهما، أحدهما لأحد المجالات فى العالم والآخر لمجال آخر. بل وحتى فى ١٩١٥ كان أينشتين متنبها لهذه القضية، وهو يذكر فى نفس أول ورقة بحث له حول موجات الجاذبية، المفارقة الموجودة حول طريقة أن نلائم النسبية هى والكم معا.

لم يحدث إلا منذ منتصف ثمانينيات القرن العشرين أن بدأ يصنع تقدم حقيقى فى توحيد نظرية النسبية ونظرية الكم. كانت نقطة التحول هى ابتكار طريقتين للتناول وليس طريقة واحدة وهما: الجاذبية الكمومية الحلقية ونظرية الأوتار. أخذنا من وقتها نتقدم تقدما مطردا فى هاتين الطريقتين معا. نحن نستطيع فى كل حالة منهما إجراء عمليات حسابية تتنبأ بظواهر جديدة مدهشة. ومع ذلك فنحن لم ننته بعد. فأى من هاتين الطريقتين ليست بعد فى شكلها النهائى؛ مازالت هناك أمور علينا فهمها. أما الأخبار المهمة حقا فهى أنه توجد الآن فرصة حقيقية لإجراء تجارب سوف تختبر التنبؤات الجديدة لهذه النظريات.

هذا أمر مهم لأننا فى موقف لا راحة فيه حيث لدينا نظريتان تناميتا على وجه جيد لتكونا مرشحتين للنظرية الكمومية للجاذبية. نحن فى حاجة لاختزالهما فى نظرية واحدة. نستطيع أن نفعل ذلك إما بأن نجد أن إحداهما خطأ والأخرى

صواب، أو بأن نجد أن النظريتين يمكن أن توحدا معا. (وبالطبع فإن نتيجة اختبار النظريتين يمكن أن تكون بالتخلص منهما معا، على أن هذا أيضا سيكون تقدما).

كان الموقف مختلفا جدا منذ سنوات معدودة. لم نكن نعرف كيــف نختبــر النظريتين اللتين كنا نعمل عملا شاقا فى إنشائهما. بل والحقيقة أنــه طــوال جيــل علمى بالكامل – أى منذ منتصف سبعينيات القــرن العشــرين – ظلــت الفيزيــاء الأساسية فى أزمة؛ لأنه لم يكن فى الإمكان إخضاع تخميناتنا النظريــة للاختبــار التجريبى. وكان سبب ذلك أن الظواهر الجديدة التى تتنبأ بها نظرياتنا عن الجاذبية الكمومية تحدث عند طاقة بمقاييس من مرتبة لأس العشرة أكبر بكثير ممــا يمكــن تخليقه فى المعمل، حتى فى المعجلات الضخمة للجسيمات. المقياس الذى تتضم فيه معا فيزياء الكم والجاذبية يسمى مقياس بلانك وهو عند مرتبة أسية للطاقــة أكبــر تقريبا بخمس عشرة مرتبة عما فى أكبر معجلات تحت الإنشاء الآن.

المسافة فى نظرية الكم تتناسب عكسيا مع الطاقة، لأننا نحتاج إلى جسيمات لها طاقة عالية جدا لسبر مسافات صغيرة جدا. عكس طاقة بلانك هو طول مسافة بلانك. ويكون هذا حيث تتنبأ نظرياتنا بانهيار الصورة الكلاسيكية للمكان باعتبــاره ناعما ومتصلا، وهذه مسافة أصغر من نواة الذرة بما يقرب مــن الأس العشــرين للعشرة. لما كان مقياس بلانك أبعد جدا من أن تتناوله التجربة، أخذ الناس يضعون ثقة كبيرة فى الرياضيات والنظرية. بل إن هناك حتى بعض منظرى أوتار قــالوا أشياء سخيفة مثل "إن الفترة من جاليليو حتى ١٩٨٤ كانت فترة الفيزياء الحديثــة، حيث اختبرنا صحة نظرياتنا تجريبيا، أما بعدها فنحن نعمل فى عصر فيزياء مــا بعد الحداثة، وفيها يكفى الاتساق الرياضى للبرهنة على صحة نظرياتنــا وتكــون التجربة غير ممكنة وغير ضرورية". وأنا هنا لا أبالغ؛ هناك أناس قالوا حقا أشياء كهذه.

حدث خلال التسعينيات أن ذكر أفراد قليلون من آن لآخر فكرة أننا نستطيع إجراء تجارب لاختبار النظرية الكمومية للجاذبية، ولكننا ويالللخجل تجاهلناهم. أحد من طرحوا الفكرة طرحا قويا شاب فى روما اسمه جيوفــانى أملينــو – كاميليــا.

تجاهل هذا الشاب فحسب كل شخص يقول، "لن نسبر قط مقاييس بهذا الصغر. لن نسبر قط هذه النظريات". وقال لنفسه إنه لابد من أن هنـــاك طريقـــة مـــا، ودرس تجارب كثيرة ممكنة مختلفة، باحثا عن طرائق يمكن أن تظهر بها تأثيرات الجاذبية الكمومية. وقد وجد هذه الطرائق. نحن نعرف الآن ما يزيد عن ست تجارب مختلفة نستطيع إجراؤها لاختبار فروض مختلفة عن الفيزياء عند مقيـــاس بلانـــك. بـــل والحقيقة أننا فى السنة الأخيرة استبعدنا بالتجربة افتراضات عديدة فى فيزياء مقياس بلانك.

المفتاح المهم الذى أدركه أميلينو - كاميليا وآخرون هو أننـــا نســـتطيع أن نستخدم الكون نفسه كأداة تجريبية لسبر مقياس بلانك. هناك ثلاث طرائق يعطينـــا الكون بها أدوات سبر تجريبية لمقياس بلانك. الأولى، أن هنـــاك معجـــلات فـــى المجرات البعيدة تنتج جسيمات لها طاقة أكبر كثيرا مما يمكننا إنتاجه حتى ولو فى أكبر معجلات صنعها الإنسان. رصدت بعض هذه الأشعات الكونيـــة ذات الطاقـــة الفائقة وهى تضرب جونا بطاقات تزيد عشرة ملايين مرة عن أى ممـــا أنتجنـــاه. توفر لنا هذه الأشعة مجموعة من التجارب الجاهزة مسبقا، لأنها وهى فى طريقهـــا لنا تكون قد سافرت لمسافات هائلة خلال الإشعاع والمادة التى تملأ الكـــون. بـــل والحقيقة أنه توجد بالفعل مفاجآت فى المعطيات التى لو استمرت بلا توقف يمكـــن تفسيرها بأنها ترجع إلى تأثيرات الجاذبية الكمومية.

والثانية، أننا نكتشف الضوء والجسيمات التى ظلت تسافر لبلايـــين الســـنين الضوئية وهى فى طريقها لنا عبر الكون. فى أثناء هذه البلايين من الســـنين فـــى سفرها، يمكن للتأثيرات الصغيرة جدا التى ترجع للجاذبية الكمومية أن تتضخم إلى الدرجة التى يمكننا عندها الكشف عنها.

وأخيرا، نجد أن التضخم المفترض حتى يتمدد به الكون تمددا سريعا جدا فى الأزمنة المبكرة، هذا التضخم يخدمنا كنوع من ميكروسكوب، يضخم مـــن معـــالم مقياس بلانك إلى مقاييس فلكية، بحيث يمكننا رؤيتها فى تراوحات صـــغيرة فـــى الإشعاع الميكروويفى الكونى.

وإذن ما النظريات التي سنختبرها بهذه التأثيرات؟ إحدى هذه النظريات هي الجاذبية الكمومية الحلقية.

بدأت الجاذبية الكمومية الحلقية في أوائل ثمانينيات القرن العشرين وكان ذلك نتيجة بعض اكتشافات عن النسبية العامة بواسطة أميتابا سن، وكان وقتها يجـري أبحاث ما بعد الدكتوراه في جامعة ماريلاند. وتحولت هذه الاكتشافات إلى إعـادة صياغة جميلة لنظرية أينشتين وذلك على يد أبهاي أشتيكار الذي كان وقتهـا فـي جامعة سيراكوز ويعمل حاليا كمدير لمركز الفيزياء الجذبوية في ولاية بـن، أدت هذه الصياغة الجديدة إلى أن جعلت لغة الرياضة هي ولغة التصور الفكري التـي نستخدمها لوصف المكان والزمان أكثر قربا للغة التي تستخدم في فيزياء الجسيمات وفيزياء الكم. وقتها وجدت في ١٩٨٦ أنا وزميلي تيد ياكوبسون بجامعة ماريلانـد أننا نستطيع استخدام هذا الشكل الصياغي الجديد لأشتيكار للوصول إلى نتائج حقيقية حول زمكان الكمومية. منذ خمسينيات القرن العشـرين ظلـت المعادلـة المفتـاح للجاذبية الكمومية هي ما يسمى معادلة هويلر – ديويت. وضع هذه المعادلة برايس ديويت وجون هويلر، ولكن أحدا لم يستطع أن يجد حلا لها طوال كل الوقت الـذي أعقب وضعها. وجدنا أنا وجاكوبسون أننا نستطيع حلها حلا مضبوطا، والحقيقة أننا وجدنا عددا لا نهائيا من الحلول المضبوطة. كشـفت هـذه الحلـول عـن بنيـة ميكروسكوبية لهندسة المكان، وأخبرتنا أن المكان عند مقياس بلانك، يبدو وكأنـه شبكة لها أحرف متميزة تنضم في أشكال. انضم إلي في العام التالي كارلو روفيللي (ويعمل الآن في مركز الفيزياء النظرية في مارسيليا) وأمكننا أن نكتشف من هـذه الحلول نظرية كمومية للجاذبية هي نظرية مكتملة النمو. أصبحت هذه النظرية هي الجاذبية الكمومية الحلقية. سرعان ما انضم لنا آخرون كثيرون، وأصبحت النظرية الآن مجالا كبيرا نوعا للأبحاث.

تختلف الجاذبية الكمومية الحلقية عن طرائق التنـاول الأخـرى للجاذبيـة الكمومية، مثل نظرية الأوتار، وذلك في أنها فيما عدا استخدام صياغة أشتيكار فإننا لم نجر أي تعديلات في مبادئ النسبية ونظرية الكم. فهذه مبـادئ تـم اختبارهـا

بالتجارب اختبارا جيدا، ونظريتنا تتأسس على توحيدهما فى اتساق، وليس على أى شيء آخر. تؤدى طريقة تناولنا إلى ربط النسبية كما نراها فى العالم، مع الأبعاد المكانية الثلاثة هى والمادة على نحو ما نراها تقريبا، ومع ميكانيكا الكم وهى تقريبا فى الشكل الذى قدمه لنا بول ديراك، وويرنر هايزنبرج، وأصدقاؤهما. بينما كان معظم الناس قد استسلموا وأخذوا يلتمسون تعديل مبادئ النسبية أو مبادئ نظرية الكم، فوجئنا نحن أنفسنا (وآخرون كثيرون) بنجاحنا فى أن نضمهما معا دون تعديل مبادئهما.

أدى هذا إلى نظرية تفصيلية تعطينا صورة جديدة لطبيعة المكان والزمان كما يظهران بسبرهما عند مقياس بلانك. كان الوجه الأكثر إدهاشا فى هذه الصورة هو أن المكان عند هذا المقياس لا يكون متصلا ولكنه مصنوع من عناصر منفصلة. توجد وحدة صغرى للمكان: الحد الأدنى لحجمها نحصل عليه تقريبيا من مكعب طول بلانك (أى طول ١٠$^{-٣٣}$ سم). السطح الذى يفصل منطقة من المكان عن الأخرى له مساحة نحصل عليها بوحدات متميزة، أصغرها مقداره تقريبا مربع طول بلانك. وبالتالى، إذا أخذنا حجما من المكان وقسناه بدرجة كبيرة جدا من الدقة، سنكتشف أن الحجم لا يمكن أن يكون مجرد أى شيء. وإنما ينبغى أن يقع فى بعض سلسلة متميزة من الأعداد، تماما مثل طاقة الإلكترون فى الذرة. وكما أنه توجد فى حالة الذرة مستويات للطاقة، فبمثل ذلك تماما نستطيع أن نجرى من النظرية حسابا للمساحات والأحجام المتميزة.

عندما استنبطنا لأول مرة تنبؤاتنا من هذه الوحدات الصغيرة من المساحة والحجم، لم يكن لدينا أى فكرة عن أنها قابلة للرصد فى تجارب حقيقية خلال حياتنا. على أى حال، فقد بين عدد من الأفراد أن هناك حقا نتائج قابلة للرصد، وكانت بداية ذلك بواسطة رودلفو جامبينى بجامعة الجمهورية فى مونتفيديو، وجورج بولن الذى كان وقتها بجامعة ولاية بن. وفى نفس الوقت تقريبا أوضح أميلينو – كاميليا وآخرون أنه إذا كانت توجد تأثيرات من هذ النوع فإنها ستكون قابلة لاكتشافها فى التجارب التى تتضمن تفجرات من الأشعة الكونية وأشعة جاما.

تنتج هذه التأثيرات عن تناثر الضوء Scatter عن البنية المتميزة للهندسة الكمومية، بما يناظر ما يحدث من حيود وانكسار عند تناثر الضوء عن جزيئات الهواء أو السائل التى يمر من خلالها. الجاذبية الكمومية تأثيرها دقيق الصغر، أصغر من التأثيرات التى ترجع للمادة بمراتب كثيرة من أس العشرة. على أى حال، فنحن نرصد ضوءا من تفجرات لأشعة جاما - انفجارات هائلة، يحتمل أن تكون بسبب اندماج نجمى نيوترون[٢٧] ثنائيين أو ثقوب سوداء - قد انتقلت عبر الكون لمسافة تقرب من ١٠ بلايين من السنوات الضوئية. تتضخم التأثيرات الصغيرة عبر هذه المسافات الكبيرة لتبلغ قدرا يمكن رصده. لما كانت الجسيمات الأولية تنتقل كموجات حسب نظرية الكم، فإن الشىء نفسه يحدث للجسيمات كجسيمات البروتون والنيوترينو. من الممكن أن تكون هذه التأثيرات مسئولة عن المفاجآت التى ذكرتها عن أرصاد الأشعة الكونية ذات الطاقة العالية جدا.

هاكم الآن الجزء الذى يثير الاهتمام حقا: فيما يبدو فإن بعض التأثيرات التى تتنبأ بها النظرية تتناقض مع أحد مبادئ نظرية النسبية "الخاصة" لأينشتين، النظرية التى تقول إن سرعة الضوء ثابت عام. وهى تتماثل بالنسبة لكل الفوتونات، وهى مستقلة عن حركة المرسل أو الراصد.

كيف يمكن ذلك، إذا كانت هذه النظرية نفسها تتأسس على مبادئ النسبية؟ مبدأ ثبات سرعة الضوء جزء من النسبية الخاصة، ولكننا قد كمينا نظرية النسبية العامة لأينشتين. نظرية النسبية الخاصة لأينشتين هى لا غير نوع من التقريب لنظريته العامة، ولهذا فإننا نستطيع استخدام مبادئ النظرية العامة أما الخاصة فعلينا أن نجد تعديلات لها. ويبدو أن هذا هو ما كان يحدث!

هكذا أجرى جامبينى، وبولين، وآخرون الحسابات لطريقة انتقال الضوء فى هندسة كمومية، ووجدوا أن النظرية تتنبأ بأن سرعة الضوء تعتمد اعتمادا صغيرا

---

(٢٧) النجم النيوترونى أحد نواتج احتضار النجوم عندما ينفد الوقود النووى فى قلب النجم فتتغلب قوى الجاذبية فى النجم على قوى التمدد وينقلص على نفسه فى حجم صغير جدا ولكنه شديد الكثافة والوزن. وهو يستمد اسمه من أنه يتكون أساسا من نيوترونات متنافرة. (المترجم)

على الطاقة. الفوتونان ذات الطاقة الأعلى تنتقل بسرعة أبطأ هونا من الفوتونات ذات الطاقة المنخفضة. وهذا التأثير صغير جدا، ولكنه يتضخم عبر الزمن. إذا نتج فوتونان فى تفجر لأشعة جاما منذ ١٠ بلايين سنة. أحدهما أكثر احمرارا والآخر أكثر زرقة، ينبغى أن يصلا إلى الأرض بزمن يختلف اختلافا طفيفا. التأخير الزمنى كما تتنبأ به النظرية يبلغ حجما يمكن الكشف عنه بمرصد جاما جديد يسمى "جلاست" (اختصار التليسكوب الفضائى لأشعة جاما فى مساحة كبيرة)، وهو تليسكوب تحدد موعد إطلاقه فى مداره سنة ٢٠٠٦. نحن نتطلع قدما لما سيعلن من نتائجه، لأنها ستجرى اختبارا لتنبؤ من تنبؤات النظرية الكمومية للجاذبية.

هنا سؤال مثير جدا دخلنا فى صراع معه، إلى أى حد متطرف سنضطر إلى تعديل نظرية النسبية الخاصة لأينشتين إذا تم رصد النتيجة المتنبأ بها؟ أقصى ما يمكن تطرفا هو ببساطة القول بفشل مبدأ النسبية. مبدأ النسبية يعنى أساسا أن السرعة نسبية وأنه لا يوجد معنى مطلق لأن يكون الشىء فى حالة سكون. مناقضة ذلك تعنى أنه برغم كل شىء هناك فكرة مفضلة عن السكون فى الكون. وسيعنى هذا بدوره أن السرعة ومعدل الحركة كميات مطلقة. سيؤدى هذا إلى عكس أربعمائة سنة من الفيزياء بما يعود بنا إلى ما قبل إعلان جاليليو لمبدأ أن السرعة نسبية. ومع أن هذا المبدأ ربما يكون حقيقيا على وجه التقريب، إلا أننا سنواجه إمكانا مخيفا بأنه يفشل عندما تؤخذ تأثيرات الجاذبية الكمومية فى الحسبان.

تفهم الناس حديثا أن من الظاهر أن هذا الإمكان قد تم استبعاده بواسطة تجارب قد أجريت بالفعل: بمعنى أنه لو كان مبدأ النسبية يفشل عندما تؤخذ فى الحسبان تأثيرات الجاذبية الكمومية، فإن هذا كان سيؤدى إلى أن نرى بالفعل تأثيرات فى أنواع معينة من القياسات الرهيفة جدا التى تتناول الساعات الذرية وفى أنواع معينة من عمليات الفيزياء الفلكية التى تتناول بقايا السوبرنوفا. نحن لا نرى أى تأثيرات من هذه، وبالتالى فإن هذا الإمكان المتطرف يبدو أقل ترجيحا. وهكذا تم بالتجربة استبعاد افتراض عن بنية المكان والزمان عند مقاييس أصغر من نواة الذرة بمرتبة من عشرين من أس العشرة!

إلا أن هناك إمكانية أخرى. وهى إمكانية الإبقاء على مبدأ النسبية، ولكن نظرية النسبية الخاصة لأينشتين تتطلب عندها تعديلا بحيث يتاح للفوتونات أن يكون لها معدل حركة يعتمد على الطاقة. أكثر ما صدمت به مما تعلمته فى العام الأخير، أن هذه الإمكانية حقيقية. يمكن أن يكون للفوتون معدل حركة يعتمد على الطاقة دون انتهاك لمبدأ النسبية! فهم أميلينو - كاميليا هذا الأمر منذ عدة سنوات. وقد شاركت فى هذه القضية من خلال بحث أجريته مع جاؤ ماجويجر، وهو عالم فلك شاب فى الإمبريال كوليج. أنفقت هناك سنتين من العمل، ظل جاؤ خلالهما يأتى إلى ويستثيرنى بشأن هذه المشكلة. كان السبب فى أسئلته هو أنه قد أدرك أنه إذا كان معدل حركة الضوء يمكن أن يتغير حسب الظروف - كما مثلا عندما كان الكون بالغ السخونة والكثافة - فإننا ربما نحصل عندها على نظرية كونية بديلة. وقد وجد هو وأندرياس ألبريخت (وقبلهما جون موفات) أنه لو كان معدل حركة الضوء أكبر فى الكون المبكر. فإننا نحصل عندها على علم كون تضخمى بديل يفسر كل ما يفعله التضخم، فيما عدا بعض أمور ثانوية.

بدا لى أن كل هذه الأفكار مجنونة، ولم استوعبها لزمن طويل. كنت واثقا من أنها خطأ! إلا أن جاؤ واصل استثارتى وأدركت وئيدا أن لديهم وجهة نظر معقولة. كتبنا معا من وقتها عدة أوراق بحث تبين كيف أن فروض أينشتين يمكن تعديلها لتعطى نسخة جديدة من النسبية الخاصة بحيث يمكن أن تعتمد سرعة الضوء على الطاقة.

ظهرت فى الوقت نفسه فى السنوات القليلة الأخيرة بعض نتائج جديدة مهمة تتعلق بالجاذبية الكمومية الحلقية. إحداها أن إنتروبيا الثقب الأسود يمكن حوسبتها، وتكون النتيجة صحيحة بالضبط. وجد جاكوب بكينشتين فى بحثه لدرجة الدكتوراه فى ١٩٧١ أن كل ثقب أسود لابد من أن تكون له إنتروبيا تتناسب مع مساحة أفقه، أى السطح الذى لا يستطيع الضوء أن يهرب لما يتجاوزه. ثم نقح ستيفن هوكنج من هذا بأن بين أن ثابت التناسب لابد من أن يكون بالضبط ربعا واحدا من الوحدات التى تقاس بها المساحة بمربع طول بلانك. ومن وقتها أصبح أحد التحديات التى

تواجه كل نظريات الكمومية للجاذبية هو أن يتكرر ظهور هذه النتيجة. وبالإضافة، من المفروض أن الإنتروبيا تقابل قياسا للمعلومات: فهى تحسب عدد بتات المعلومات التى قد تنقص رصدا بعينه. وبالتالى، إذا كان للثقب الأسود إنتروبيا، يكون علينا أن نجيب عن السؤال التالى، ما هى المعلومات التى تحصيها إنتروبيا الثقب الأسود؟

تجيب الجاذبية الكمومية الحلقية عن هذه الأسئلة بأن تعطى توصيفا مفصلا للبنية الميكروسكوبية لأفق الثقب الأسود. ينبنى هذا على التوصيف الذرى للهندسة المكانية، وهو يتضمن أن مساحة أفق الثقب الأسود تتكمى، تماما مثلما يتكمى المكان، فهى مصنوعة من وحدات متميزة. ثبت فى النهاية أن الأفق يمكن أن يكون له عدد محدد من الحالات بالنسبة لكل وحدة تكمية للمساحة. وعندما نحصيها نحصل بالضبط على نتيجة بكينشتين، بالربع الواحد.

هذه نتيجة حديثة جدا. عندما أجرينا لأول مرة هذا النوع من الحسابات فى منتصف تسعينيات القرن العشرين، حصلنا على الإنتروبيا بما يعلو تماما إلى ثابت عام. نشرت من شهور قليلة ورقة بحث ذكية لأولاف دريبار، أحد باحثى ما بعد الدكتوراه فى معهد بريمتر، وجد فيها حجة جد بسيطة وأصيلة تحدد ذلك الثابت، باستخدام خاصة كلاسيكية جدا للثقوب السوداء. استخدم دريبار محاجة قديمة لنيلز بوهر تسمى مبدأ التطابق، تخبرنا عن طريقة نربط بها الأوصاف الكلاسيكية مع الأوصاف الكمومية للمنظومة نفسها. ما إن يتم تحديد الثابت، حتى يعطى ذلك الإنتروبيا الصحيحة لكل الثقوب السوداء.

هناك تطور كبير آخر فى الجاذبية الكمومية الحلقية وهو أننا نعرف الآن طريقة، لا تقتصر على وصف المكان وحده وإنما تصف لنا الزمكان، بما فى ذلك السببية، ومخروطات الضوء، وما إلى ذلك، كل هذا بالجاذبية الكمومية الحلقية. ويثبت فى النهاية أن الزمكان أيضا متميز، ويوصف ببنية تسمى زبد البرم. ظهرت حديثا نتائج مهمة تبين أن الحسابات الدينامية فى نماذج البرم - الزبد تكون نتيجتها محددة. تطرح معا هاتان النتيجتان المهمتان أن الجاذبية الكمومية الحلقية تعطينا إجابات معقولة عن أسئلة حول طبيعة المكان والزمان عند أصغر المقاييس.

دعونى الآن أذكر شيئا عن نظرية الأوتار، وهى طريقة التناول الأخرى للجاذبية الكمومية التى درست دراسة جيدة.

نظرية الأوتار موضوع جميل جدا. وهى تحاول أن توحد الجاذبية مع القوى الأخرى بأن تفترض أن كل الجسيمات والقوى تنشأ عن ذبذبات من أشياء ذات امتداد. يشمل ذلك أشياء لها بعد واحد (ومن هنا جاء اسم "الأوتار")، إلا أن هنا أيضا أشياء ممتدة لها أبعاد أكثر ولها اسم "البرانات" (كتعميمات للأغشية membranes). نتجت نظرية الأوتار عن ملاحظة أن كل الكمات التى تحمل القوى المعروفة هى وكل الجسيمات المعروفة، يمكن أن نجدها فيما بين ذبذبات هذه الأشياء الممتدة.

نظرية الأوتار ليست نظرية كاملة لكمومية الجاذبية، وذلك لأسباب سأصل لها سريعا، ولكنها تصلح لذلك إلى حد معين. تعطى النظرية، بمرتبة معينة من التقريب، تنبؤات معقولة لبعض تأثيرات الجاذبية الكمومية. يشمل ذلك تناثر الجرافيتونات (كمات الجاذبية التى تناظر الفوتونات) بواسطة الجسيمات الأخرى.. هناك أنواع محدودة جدا من الثقوب السوداء تعطى تنبؤات تتفق ونتائج بكينشتين وهوكنج (الواقع أن هذه الثقوب ليست ثقوبا سوداء حقيقية وإنما هى منظومات بخواص مشابهة لبعض نوع خاص من الثقوب السوداء). هكذا تنجح نظرية الأوتار بالفعل فى توحيد الجاذبية والقوى الأخرى.

على أن هناك بعض عيوب دقيقة. حتى تنجح نظرية الأوتار نحتاج لأن نفرض وجود ستة أو سبعة أبعاد مكانية غير قابلة للرصد. ويجب أن نفترض أيضا وجود أنواع جديدة من السيمتريات تسمى السيمتريات الفائقة، وهى أنواع لم ترصد حتى الآن. هذه السيمتريات تربط معا بين الجسيمات التى يعتبر عادة أنها مكونات المادة (مثل الكواركات والإلكترونات) وبين كمات القوى (مثل الفوتونات والجلونات).

السيمترية الفائقة فكرة جميلة – بل والحقيقة أن لها كيانها فى استقلال عن نظرية الأوتار باعتبار أنها تخمين مثير للاهتمام عن الجسيمات الأولية. ولسوء

الحظ فإنها أيضا لم ترصد. لو أنها كانت ترصد على نحو مباشر، لوجدنا أن كل جسيم سيكون له رفيق فائق السيمترية، هو رفيق له الكتلة نفسها، والشحنة نفسها والتفاعلات نفسها ولكن برمه يختلف بنصف واحد. وهذا ولاريب أمر لم يرصد! لو كانت السيمترية الفائقة حقيقية، سيكون تحققها في الطبيعة بطريقة غير مباشرة فقط؛ وكما نقول برطانة الفيزياء، فإن السيمترية مكسورة. يمكننا أن نقول ذلك بطريقة أخرى وهى أن القوى لها سيمترية، إلا أن حالة العالم لا تذعن لها. (وكمثل، إذا نظرنا حولنا في غرفة معيشتنا)، سنرى أن حقيقة أن المكان له سيمترية بثلاثة أبعاد تنكسر بتأثيرات المجال الجذبوى التى تشير لأسفل).

يوجد بعض أدلة غير مباشرة يعتبر بعض الناس أنها مؤشر على وجود السيمترية الفائقة وأنها مما سنراه فى تجارب المعجلات فى المستقبل. على أنه حتى الآن لم يعثر على أدلة مباشرة على السيمترية الفائقة. كما أنه لا يوجد أى براهين تجريبية على وجود الأبعاد الإضافية التى تتطلبها نظرية الأوتار.

النتيجة المثيرة للاهتمام - والتعسة - لهذا كله هى أنه فى غياب التأكيد بالتجربة، أخذت جماعات مختلفة من الناس تركز على أسئلة مختلفة وتخترع عوالم خيالية مختلفة. أما أولئك الذين يعملون على الجاذبية الكمومية الحلقية فمازالوا يعيشون فى العالم الذى نراه، حيث المكان له ثلاثة أبعاد ولا حاجة لسيمتريات أكثر مما يرصد. يعيش الكثيرون من منظرى الأوتار وهم فى كون له - على الأقل بسبيل التخيل - عشرة أبعاد أو أحد عشر بعدا. من الفكاهات المعتادة القول بأن منظر الأوتار حين يسمع حديثا عن الجاذبية الكمومية الحلقية فإنه يقول، "هذه نظرية جميلة جدا، إلا أن فيها خطأين اثنين كبيرين: المكان ليس فيه إلا ثلاثة أبعاد، كما لا توجد فيها سيمترية فائقة! " ويرد المتحدث على ذلك قائلا، "أتعنى أنها نظرية تماثل تماما العالم الحقيقى؟" الواقع أن هذه ليست فكاهة فقد سمعتها أنا نفسى. (وفيما يعرض، إذا كان العالم ليس له أبعاد أكثر ولا سيمترية فائقة، فإنه يمكن إدماجه فى الجاذبية الكمومية الحلقية).

عندما يحدث للعلم أن يفقد اقترانه بالتجربة فإن الناس يستطيعون عندها اختراع عوالم خيالية بما يصل إلى درجة خارقة تماما للمعتاد. وهم هكذا قد يتبعون

بعض نزعة جمالية رياضيا لها أناقة متميزة ويسيرون بها لأبعد مـــا يمكـــنهم. إذا تقبلت هذا كله – الأبعاد الإضافية والسيمتريات وما إلى ذلك – ســتجد أن نظريـــة الأوتار تنجح بالفعل، مع قدر معين محدود من التقريب، فى أن توحد بين الجاذبيـــة ونظرية الكم. وعلى أى حال، حتى إذا كانت نظرية الأوتار على صواب، فإن كل ما تستطيع أن تكونه هو أنها لا غير أحد التقريبات للنظرية الحقيقية. أحد أســـباب ذلك هو أن هناك عددا هائلا من نظريات الأوتار. وفى حين أنه قد تم حتـــى الآن دراسة الكثير من هذه النظريات، إلا أنه لم يتم اكتشاف ولا نظرية أوتـــار واحـــدة تتفق مع كل أرصادنا لكوننا. هناك ثلاث خواص للكون لا تستطيع أى نظرية أوتار حتى الآن أن تكرر إنتاجها: عدم وجود سيمترية فائقة عند الطاقـــات المنخفضـــة، ووجود ثابت كونى بعلامة موجبة (سنذكر المزيد عن ذلك لاحقا)، والغياب الكامل لنوع معين من المجالات – يسمى المجال اللا اتجاهى اللا كتلى – وهو مجال تتنبأ به نظريات الأوتار بوفرة. وبالتالى، يبدو مرجحا أنه حتى إذا كانت نظرية الأوتار حقيقية ببعض معنى عام، إلا أن النظرية الفعلية التى تصف كوننا لابد من أن تكون مختلفة اختلافا له مغزاه عن كل ما اخترع حتى الآن من نظريات الأوتار.

السبب الآخر فى أن نظرية الأوتار لا يمكن أن تكون هى الكلمة الأخيرة أننا فى نظرية الأوتار ندرس أمر أوتار تتحرك فـــى الزمكـــان الثابـــت الكلاســـيكى. وبالتالى، فإن نظرية الأوتار هى ما نسميه بأنه طريقة تناول تعتمد على الخلفيـــة. وهذا يعنى أن المرء يعرف الأوتار بأنها تتحرك فى مكان وزمان ثابتين. قد يكون فى هذا تقريب مفيد، ولكنه لا يمكن أن يكون النظرية الأساسية. أحـــد الاكتشـــافات الأساسية لأينشتين هو أنه "لا توجد" خلفية ثابتة. فهندسة المكان والزمان هى فـــى صميمها منظومة دينامية تتطور بمرور الزمن. هناك أرصاد تجريبية بأن الطاقـــة تتسرب من النابضات[٢٨] الثنائية فى شكل موجات جذبوية، بمعدل سرعة تنبأت به النسبية العامة بدقة غير مسبوقة تصل إلى إحدى عشرة خانة عشرية، تخبرنا هـــذه الأرصاد بأنه لم يعد هناك بعد خلفية ثابتة من هندسة الزمكان، تماما مثلما لم يعـــد

(٢٨) النابضات: نوع من النجوم النيوترونية تبث موجات راديو فى نبض منتظم. (المترجم)

هناك كرات بلروية ثابتة تمسك بالكواكب عاليا. يجب أن تكون النظرية الأساسية بحيث توحد نظرية الكم مع توصيف للمكان والزمان يكون ديناميا بالكامل. يجب أن تكون النظرية من نوع ما نسميه نظرية مستقلة عن الخلفية. نظرية الجاذبية الكمومية الحلقية نظرية من هذا النوع؛ أما نظرية الأوتار فليست كذلك.

الخلاف بين أنصار النظريات التى تعتمد على الخلفية وتلك المستقلة عنها هو فى الواقع مجرد نسخة حديثة من خلاف قديم. ثار منذ عهد الإغريق الجدل بين من يؤمنون بأن المكان والزمان لهما خاصة مميزة بأنهما مطلقان وثابتان أبديا وأولئك الذين يعتقدون أن المكان والزمان لا يزيدان عن كونهما علاقات بين أحداث تتطور هى أنفسها بمرور الوقت. كان أفلاطون وأرسطو ونيوتن من أنصار المطلق. بينما كان هيراقليطس وديموقريطوس وليبنز وماخ وأينشتين من أنصار النسبية. عندما نطالب بأن تكون نظرية كمومية الجاذبية مستقلة عن الخلفية، فإننا نقول إننا نعتقد أن النصر الذى تمثله النسبية العامة من وجهة النظر النسبوية لهو نصر نهائى لن ينعكس.

يعد الكثير من الجدل بين منظرى الأوتار والحلقية استمرارا لهذا الخلاف. معظم منظرى الأوتار تلقوا دراستهم على أساس فيزياء الجسيمات الأولية وعملوا كل حياتهم على زمكان واحد ثابت. بل إن الكثيرين منهم لم يسمعوا حتى بأى حال عن خلافات النسبية /المطلق، وهى السياق الأساسى التاريخى والفلسفى لأبحاث أينشتين. أما من يعملون على جاذبية الكمومية الحلقية فإن معظمهم يفعلون ذلك لأنهم عند نقطة معينة من تعليمهم تفهموا الخاصية النسبية الدينامية للزمكان كما تصفها النسبية العامة، وهم يؤمنون بها. وهم لا يعملون على نظرية الأوتار لأنهم لا يستطيعون أن يأخذوا مأخذا جديا أن نظرية مرشحة لأن تكون نظرية كمومية جاذبية، هى نظرية تعتمد على الخلفية وبالتالى فإنها تفقد (أو على الأقل تحجب) الخاصية النسبية الدينامية للمكان والزمان.

على نحو مماثل، فإن منظرى الأوتار كانوا فى أول الأمر يقاومون فكرة أن النظرية الأساسية يجب أن تكون مستقلة عن الخلفية. على أى حال، أعتقد أن

منظرى الأوتار كلهم تقريبا قد تحولوا الآن فى رأيهم. وهم قد فعلوا ذلك لأن هناك أسبابا فى الداخل من بنية نظرية الأوتار تؤدى للاعتقاد بأن النظرية الأساسية يجب أن تكون مستقلة عن الخلفية. وسبب ذلك هو أنه قد ثبت فـــى النهايـــة أن نظريـــة الأوتار ليست فريدة. بينما كان الأمر أصلا فى ثمانينيات القرن العشرين أن يكـــون فى الاتساق الرياضى ما يكفى لتحديد النظرية الموحدة، ثبت فى النهاية أنه يوجـــد فى الحقيقة عدد هائل من نظريات الأوتار التى تتساوى فى اتساقها. وكـــل واحـــدة منها متسقة مثل الأخرى، وكل منها تعتمد على اختيار مختلـــف للخلفيـــة الثابتـــة. وبالإضافة، فعلى الرغم من الأعداد الهائلة لنظريات الأوتار التى نعرفها، فإن أيـــا منها لا تتفق مع الأرصاد فيما يتعلق بالنقاط الثلاث التى ذكرتها أعلاه.

حدثت نتيجة لذلك حركة فى منتصف تسعينيات القرن العشرين سميت "ثورة الأوتار الثانية"، افترض منظرو الأوتار فيها أن كل نظريات الأوتار المختلفة التـــى اكتشفت حتى الآن، مع إضافة العدد اللانهائى من النظريات التى لم تكتشف حتـــى الآن، هذه كلها ليست إلا تقريبات لنظرية موحدة واحدة. سميت هذه النظرية بأنهـــا نظرية "إم" (M)، إلا أنه لا يوجد اتفاق عام على ما تكونه مبادئها، وعلى الشـــكل الرياضى الذى تتخذه. والفكرة هى أن نظرية "إم"، إن كان لهـــا وجـــود، ســـتكون مستقلة عن الخلفية وتكون كل نظريات الأوتار التى تعتمد على الخلفية بمثابة حلول مختلفة لها.

يقول الآن الكثيرون من منظرى الأوتار إن المشكلة الرئيسية فـــى نظريـــة الأوتار هى العثور على نظرية إم فتعطى لنظرية الأوتار شكلا مستقلا عن الخلفية. إلا أن الشيء المضحك أننا لا نجد أن كثيرا من منظرى الأوتار يحاولون إجـــراء أبحاث لهذه المشكلة. المشكلة هى أن كل حدسهم وأدواتهم تتأسس علـــى نظريـــات تعتمد على الخلفية. عندما يثور انزعاج منظرى الأوتار مما أبديه من رأى فى هذا الشأن يقولون لى إن هذا سابق لأوانه، لم يحن الوقت بعد للعمل على هذه المشكلة.

دخلت فى حوارات كثيرة مثيرة للاهتمام مع قادة نظريـــة الأوتـــار: إدوارد ويتن، وليونارد سوسكند، ورينيت كاللوش، ودافيد جروس، وجون شوارتز، ومايكل

جرين، وأندروسترومنجر وآخرين كثيرين. من الواضح أننا نختلف فى المنهج. فهم يقولون لى إن لدى فكرة خطـأ حول طريقـة عمل العلـم. ويقولون لى إن المرء لا يستطيع أن يأمل فى حل المشاكل الأساسية بأن يهاجمها مباشرة. وبدلا من ذلـك يجب على المرء أن يتتبع النظرية حيث تذهب. ذكر لى منظر أوتار مرموق عـدة مرات قوله، "قد تعلمت منذ زمن طويل أن نظرية الأوتار أحذق منى"، وأن محاولة أن تقول للنظرية إلى أين تذهب سيكون فيها افتراض بأنك "أحذق مـن النظريـة". ويقول لى منظر آخر إن نظرية الأوتار تنجح لأنها "لجماعة أحسن تنظيمها علـى أحسـن وجه " حيث القادة يفرضون نظاما على جماعـة الباحثين ليتأكدوا من أنه لا يتم البحث إلا على مشاكل معدودة فى كل وقت واحد معين.

لدى احترام هائل لمنظرى الأوتار كأفراد ولما توصلوا لإنجازه. وبعضـهم من خيار الأصدقاء. كما أعتقد فى الوقت نفسه أنهم على خطأ بشأن الطريقة التـى يعمل بها العلم. وأنا بكل تأكيد لا أود أن أقول إنى أحذق من نظرية الأوتار، أو من منظرى الأوتار. ولكنى أخالفهم بشأن المنهج، لأنى واثق من أن المشاكل الأساسية العلمية لا يتم حلها بهذه الطريقة العرضية. اعتاد أينشتين أن يشكو من أن كثيـرين من العلماء يقيدون أنفسهم بتناول مشاكل سهلة – أو كما وصف الأمر فإنهم "يثقبون الخشب حيث يكون سمكه رفيعا". حدث فى إحدى المناسبات القليلة التى تحدثت فيها إلى ريتشارد فينمان أن ذكر لى أن الكثيرين من منظرى الفيزياء ينفقـون حيـاتهم العلمية وهم يسألون أسئلة ليس لها أهمية إلا رياضيا. ثم قـال لـى، "إذا أردت أن تكتشف شيئا له أهمية، لا تعمل إلا على أسئلة تؤدى الإجابة عنهـا إلـى تنبـؤات تجريبية جديدة".

تعلمت أيضا من الفيلسوف بول فيرابند أهمية الخلاف والتعددية فى العلـم. قرات كتبه فى الجامعة وأحسست فى التو أنه، بخلاف الفلاسفة الآخرين الذين قرأت لهم، كان يفهم حقا ما نفعله نحن العلماء بالفعل. أوضح فيرابند أن العلم كثيرا مـا ينشأ من التوتر الذى يظهر عند اصطدام برامج البحث المتنافسة. وقد نصـح بـأن المرء فى هذه المواقف ينبغى دائما أن يعمل على أضعف جزء فى كل من البرامج

المتنافسة. وأكد أيضا على أن التعددية مفيدة فى العلم وليست ضارة. وحسب رأى فيرابند، وأنا أتفق معه، فإن العلم يتحرك بأقصى سرعة له عندما تتنافس على حل إحدى المشاكل طرائق تناول عديدة صحية، وأنه تركد حركته عندما لا توجد سوى طريقة تناول واحدة. أعتقد أن هذا يصدق بكل المستويات، مستوى الجماعة العلمية ككل، كما عند مستوى أحد مراكز البحث أو مجموعة للباحثين، بل وحتى بالنسبة لكل فرد واحد منا.

وهكذا ففى حين أنى أختلف مع القادة من منظرى الأوتار حول المنهج، إلا أن هذا لم يمنعنى من العمل على نظرية الأوتار. وهم على أى حال لا يمتلكونها؛ ومشاكلها المفتوحة موجودة أمامنا ليحاول أى واحد حلها. وبالتالى، قررت منذ سنوات قليلة أن أتجاهل نصائحهم وأحاول إنشاء صيغة الخلفية المستقلة لنظرية إم. اكتسبنا خلال عملية ابتكار الجاذبية الكمومية الحلقية الكثير من الدراية فيما يتعلق بصنع نظريات كم للمكان والزمان تكون مستقلة عن الخلفية. لدينا لغتنا الرياضية، ولدينا لغتنا للتصور الذهنى، ونحن نعرف أى الأسئلة نلقى بها، ونعرف طريقة إجراء الحسابات. ثبت فى النهاية أن هناك أمورا كثيرة فى الجاذبية الكمومية الحلقية يمكن تعميمها والمد منها بأن نضيف أبعادا إضافية وسيمتريات إضافية حتى نجعل منها لغة مناسبة لنظرية إم.

فى أول الأمر أصيب بعض أصدقائى ومعاونى بالصدمة من أنى أعمل على نظرية الأوتار. على أى حال، كانت لدى فكرة أنه ربما تكون نظرية الأوتار هى والجاذبية الكمومية الحلقية جانبين مختلفين للنظرية نفسها، بما يشبه كثيرا أمثولة العميان والفيل[٢٩]. أنفقت ما يقرب من عامين وأنا أبحث فى نظرية الأوتار ونظرية إم، بهدف أن أجعلهما من النظريات المستقلة عن الخلفية وبالتالى أوحد نظرية الأوتار مع الجاذبية الكمومية الحلقية. وجدت بالفعل بعض نتائج مثرة جدا للاهتمام. استطعت أن أبنى صيغة ممكنة لنظرية للأوتار مستقلة عن الخلفية.

---

(٢٩) العميان والفيل أقصوصة يضرب بها المثل عن جماعة من العميان تحسس كل منهم أحد أجزاء الفيل وعرفه كل منهم حسب الجزء الذى تحسسه، كأن يقول من تحسس الخرطوم أن الفيل أسطوانة طويلة ومن تحسس الأذن يقول إنه مسطح رقيق... إلخ. (المترجم)

النتائج التى وجدتها وكانت الأكثر إثارة للاهتمام، نتائج تستخدم بعض الرياضيات الجميلة، التى لها علاقة بنوع من الأعداد يسمى الثمانيات. وهذه أرقام يمكننا أن نقسمها، ولكنها تفشل فى أن تفى بالقواعد الأخرى، مثل التبادلية والتجميعية. ظل فيزا جورسى بجامعة ييل، هو وتلامذته، وخاصة مورات جونيادين، لسنوات وهم يستكشفون فكرة أن الثمانيات قد تكون لها صلة بنظرية الأوتار. أمكننى باستخدام الأرقام الثمانية أن أنمى فكرة جذابة (أخذتها عن كورين مانوج وتيفيان دراى بجامعة الولاية بأوريجون) تفسر السبب فى أن المكان قد يبدو ثلاثى الأبعاد، فى حين أنه يكون بمعنى رياضى معين بأبعاد تسعة. لا أعرف إن كان الاتجاه الذى اتخذته صوابا، ولكنى وجدت بالفعل أنه ليس هناك صعوبة كبيرة حقا فى استخدام طرائق مستقلة عن الخلفية لصياغة ودراسة التخمينات حول ما تكونه نظرية إم.

كان هناك الكثير من المتعة فى العمل على نظرية الأوتار باستخدام طرائق من الجاذبية الكمومية الحلقية. أخذت أعمل على ذلك وليس معى إلا قلة من الأصدقاء، كما كان الحال فى الأيام الخوالى للجاذبية الكمومية الحلقية، وكان أن أحرزت تقدما حقيقيا. إلا أننى فى العام الأخير وضعت هذا البحث جانبا نتيجة التطورات التجريبية الجديدة. ما إن فهمت ما كان يقوله جيوفانى أميلينو – كاميليا، حتى أدركت أن هذا هو العلم وأنه ما ينبغى أن نركز عليه. منذ ذلك الوقت أصبح من الأصعب كثيرا أن يستيقظ المرء ويذهب للعمل صباحا ليعمل على عالم خيالى له ستة أو سبعة أبعاد إضافية.

كان هناك مجموعة أخرى من أنباء تثير شعورا بالصدمة أتت من الذين يجرون تلك التجارب، الأمر الذى أخذنى بعيدا عن نظرية الأوتار: تم عبر العامين الأخيرين اكتشاف أن معظم الطاقة فى العالم هى فى الشكل الذى سماه أينشتين بالثابت الكونى. يمكن تفسير الثابت الكونى بأنه يدل على أن الفضاء الخالى لديه كثافة طاقة معينة مبنية داخله. هذا أمر يصعب تصديقه، ولكن المعطيات الكونية لا يمكن تفسيرها الآن تفسيرا مقنعا إلا إذا افترضنا أن معظم طاقة الكون تكون

على هذا الشكل. المشكلة هى أنه يبدو أن نظرية الأوتار غير قابلة للتوافق مع عالم يكون فيه للثابت الكونى علامة موجبة، وهو الأمر الذى تدل عليه الأرصاد. جعلت هذه المشكلة منظرى الأوتار يفكرون ويقلقون بشأنها على نحو شديد العنف. علـــى أنهم أناس لا ينضب لهم معين، وربما سيحلون المشكلة، ولكن من الظاهر حسب ما استقرت الأمور عليه حاليا، أن نظرية الأوتار لا تتوافق مع الأرصاد.

فى الوقت نفسه فإن الجاذبية الكمومية الحلقية تتضمن بطريقة بارعة تمامـــا ثابتا كونيا موجبا. والحقيقة أن هذا فيه أهم حججنا: إذا كان هناك وجود لثابت كونى سنتمكن من العثور على ما نرشحه للحالة الكمومية للكون وسنتمكن من أن نوضح أن ذلك فيه تنبؤ بأن الكون بالمقاييس الكبيرة تحكمه النسبية العامة ونظرية الكـــم. هكذا أخذت فى الشهور العديدة الأخيرة أدرس غالبا طريقة لصنع تنبـــؤات حـــول التجارب الجديدة باستخدام نسخة من الجاذبية الكمومية الحلقية تتضمن ثابتا كونيـــا موجبا.

الشيء الطيب فى العلم هو ما يحل بالمرء من هذه الصدمات التى تأتى مـــن العالم الحقيقى. نستطيع أن نعيش لسنوات قليلة فى عالم خيالى. ولكن مهمة العلم فى النهاية هى أن يفسر ما نلاحظه. ثم ننظر فى المرآة ونسأل أنفسنا، "هل أود أنـــا أن أنطلق هناك فى أحد عشر بعدا، وأنا ألعب بالرياضيات الجميلة، بينما تأخذ التجارب فى الدخول علينا؟".

نظرة للأمام

مارتن ريز[٣٠]

التحدى الذى يواجهنا هو أن نفهم كيف نشأ التركب. وهذا تحدى يماثل تماما فى أساسيته التحدى الذى يأتينا مع ما تسمى بنظرية كل شىء، كما أنه مستقل عنها. يقول عالم الفيزياء النظرية ستيفن واينبرج إننا إذا واصلنا السؤال "لماذا... لماذا... لماذا...؟ سيرجعنا ذلك وراء إلى سؤال فى فيزياء الجسيمات أو فى علم الكون. هذا أمر يصدق إلى حد ما، ولكنه يصدق بمعنى محدود لا غير.

---

(٣٠) سير مارتن ريز أستاذ الجمعية الملكية فى جامعة كمبردج، وزميل بكلية كنج، وبالمرصد الملكى للمملكة المتحدة. وكان فيما سبق أستاذا لكرسى بلوم للفلك والفلسفة التجريبية فى كمبردج، حيث انتخب لهذا الكرسى وهو فى الثلاثين من عمره ليخلف فريد هويل. وقد ألف كتبا عديدة من بينها "الجذب المميت للجاذبية" (بالاشتراك مع ميتشيل بيجلمان) و"قبل البداية"، و"ستة أرقام لا غير"، و"موطننا البيئى الكونى".

ثمة مشاكل تفرضها الفترة المبكرة تبكيرا فائقا من عمر الكون وقد وصلت هذه المشاكل الآن إلى أن تصير فى البؤرة من اهتمامنا. نعرف حاليا الخواص المفتاحية للكون فى العهد الحالى؛ كثافته، وعمره، ومكوناته الأساسية. والحقيقة أن السنوات المعدودة الأخيرة ستسجل فى حوليات علم الكون كسنوات رائعة، لأننا قد حددنا بدقة فى هذه السنوات شكل ومحتوى الكون، تمام مثلما فعل الملاحون الرواد فى القرون الأقدم عندما حددوا حجم الأرض وتخطيط محتوياتها. التحدى الذى يواجهنا الآن هو أن نفسر لماذا أصبح الكون بما هو عليه، وأن نفهم لماذا يتمدد الكون بهذه الطريقة، ولماذا وصل إلى أن يحتوى ما يحويه. نستطيع أن نتتبع تاريخ الكون وراء لما يقرب من الميكروثانية التالية للانفجار الكبير الذى يفترض أنه بدأ به، ولكن ما الذى حدث فى تلك الميكرو ثانية الأولى من التشكيل؟ هناك أنواع شتى من أفكار صاخبة تناقش بهذا الشأن – البرانات، والتضخم، وما إلى ذلك – وهى أفكار جعلت واضحا أننا مازلنا على مسافة بعيدة من الإجابة الصحيحة. فنحن عند مرحلة ينبغى فيها استكشاف كل الاحتمالات. وجدير بنا أن ننظر فى أمر النتائج التى تترتب حتى على أكثر الأفكار هشاشة، على الرغم من أن الفرصة فى أن ينجح أى منها على المدى الطويل ليست فرصة كبيرة جدا.

لن أزعم أنى خبير تكنيكى فى أى من النظريات الخاصة بالكون المبكر تبكيرا فائقا. وفيما يبدو فإن من المرجح أن سيكون للأبعاد الإضافية للمكان دور تلعبه. وبالإضافة فإن فكرة التضخم التى سيطرت على هذا المجال طوال عشرين سنة، تصير الآن فكرة تعممها مفاهيم أخرى من أفراد مثل ليزا راندال، ونايل توروك، وبول شتينهاردت. لاشك فى أن الهدف الرئيسى هو إنشاء نظرية مقنعة تحيط بكل شىء وتصف الكون المبكر وتعطى تنبؤات عن العالم حاليا تكون قابلة للاختبار. لو كان لدينا نظرية تعطى لنا فهما لكتل الإلكترونات والبروتونات والقوى التى تحكمها بحيث يكون هذا الفهم أكثر عمقا وتحددا عما يفعله ما يسمى بالنموذج المعيارى، لو كان لدينا نظرية كهذه لأخذنا مأخذا جديا ما فيها من دلالات بالنسبة للكون المبكر تبكيرا فائقا. من المأمول أن إحدى تلك النظريات الغريبة الجديدة سوف تعطى تنبؤات قابلة للاختبار، هى إما عن العالم المعتاد للجسيمات أو عن

الكون. بعض هذه النظريات مثلا تعطى تنبؤات محددة عن كمية الإشعاع الجذبوى التى تملأ الكون. وإذا كنا الآن لا نستطيع قياس هذا الإشعاع فربما سنتمكن من ذلك خلال عشر سنوات. وهذه إحدى الطرائق التى ربما تؤدى بها الأرصاد الفلكية إلى تضييق نطاق الخيارات.

أسهل فكرة نفهمها بتصوراتنا الذهنية هى التضخم الأزلى، وهى فكرة يناصرها آلان جوث كما أجرى عليها أندريه لند عالم الفلك فى ستانفورد قدرا كبيرا من الأبحاث التفصيلية. وينتج عن هذه الفكرة على نحو طبيعى أن هناك انفجارات كبيرة كثيرة. لا نعرف بعد ما إذا كانت هذه الانفجارات الكبيرة ستكون نسخا تتشابه تشابها وثيقا إحداها مع الأخرى أو أن المادة فى كل انفجار منها ستكون محكومة بقوانين مختلفة. هذا التضخم الأزلى ربما فيه طريق لتفادى ما يوجد من تعقيدات فى الأبعاد الإضافية والجاذبية الكمومية لأن هذه فيها حالة لماضى لانهائى. على أى حال فإن أغلبنا يظنون أن أحد الشروط المسبقة للتقدم هو استنباط نظرية تضع الجاذبية فى علاقة مع عالم الميكرو. عندما نعود إلى أول البداية، سنجد أن الكون كله يمكن أن يكون مضغوطا إلى حجم الجسيم الأولى؛ ومن الممكن أن تراوحات الكمومية قد رجت الكون كله، وستكون هناك هكذا حلقة ربط جوهرية بين علم الكون وعالم الميكرو. أكثر المحاولات طموحا لأداء ذلك وأكثرها شيوعا كصرعة فى الوقت الحالى هى نظرية الأوتار ونظرية "إم"، وكلا النظريتين تتضمن أبعادا إضافية. لو توصلنا إلى تلك النظرية ينبغى عندها أن نتمكن على الأقل من صياغة بعض الفيزياء لأول بداية الكون. لاشك أن أحد الأسئلة هنا هو ما إذا كان المكان والزمان يتشابكان وهما يلتفان على بعض بحيث لا يمكننا فى الحقيقة أن نتحدث عن "بداية" فى الزمان. سيكون علينا أن نتخلى عن المزيد والمزيد من مفاهيم حسنا المشترك ونحن نمضى فى طريقنا إلى هذه الظروف المتطرفة. العقبة الكاداء الرئيسية فى لحظتنا هذه أن الرياضيات التى تتضمنها هذه النظريات يبلغ من صعوبتها أن من المستحيل أن نجد علاقة بين ما يوجد من تركب بهذه الأبعاد العشرة أو الأحد عشر وبين أى شىء مما نستطيع رصده فى الواقع. وبالإضافة، فعلى الرغم من أن هذه النظريات تبدو جذابة من الوجهة الجمالية وتعطينا تفسيرا

طبيعيا للجاذبية، فإنها مازالت لا تخبرنا عن السبب فى أن عالمنا ثلاثى الأبعاد يحوى تلك الأنواع من الجسيمات التى يدرسها الفيزيائيون.

على الرغم من أن روجر بنروز يستطيع فيما يحتمل أن يعالج أربعة أبعاد، فإنى لا أعتقد أن أيا من هؤلاء المنظرين يستطيع بأى طريقة حدسية أن يتخيل أبعادا إضافية متعددة. على أى حال فإنهم يستطيعون تصورها كتركيبات رياضية، ولاريب فى أن رياضيات ذلك يمكن تدوينها ودراستها. الشيء الوحيد الذى يبدو نوعا غير اعتيادى فى نظرية الأوتار - من وجهة نظر علم الاجتماع وتاريخ العلم - أنها أحد الأمثلة القليلة التى حدث فيها أن أعيقت الفيزياء بسبب نقص فى الرياضيات المتعلقة بالأمر. فيما مضى، كان الفيزيائيون عموما يستخدمون ما هو متاح من رياضيات تنتمى نوعا إلى طراز قديم. استخدم أينشتين هندسة القرن التاسع عشر غير الإقليدية، واستخدم رواد نظرية الكم نظرية الزمرة ومعادلات التفاضل التى كانت أساسا قد استنبطت قبل ذلك بزمن طويل. أما نظرية الأوتار فتطرح مشاكل رياضية لم تحل بعد وأدت بالفعل إلى أن زادت من تقارب الرياضة والفيزياء معا. وهذه النظرية هى طريقة التناول التى تهيمن الآن مباشرة، ولها بالفعل بعض أوجه من النجاح، إلا أن السؤال المهم هو ما إذا كانت ستتنامى إلى مرحلة يمكننا فيها حل المشاكل التى يمكن أن تختبر بالرصد. إذا لم نستطع تجسير الفجوة بين هذه النظرية ذات الأبعاد العشرة وبين أى مما نستطيع رصده، فسوف تضعف لتتوقف.

نماذج الكون المبكر تبكيرا فائقا حالها الآن يشابه نوعا حال النموذج العام للانفجار الكبير فى العقود السابقة لستينيات القرن العشرين، عندما كان هناك أناس مثل جورج ليميتر، وجورج جاموف، وألكسندر فريدمان، الذين صاغوا بعض أفكار أساسية حتى وإن لم يستطع أحد أن يختبرها فى الواقع، وكانت فيزياء الدقائق القليلة الأولى مازالت بالكامل أمورا من التخمين. سنجد بالطريقة نفسها أن التضخم ونظريات الأوتار التى تتناول الكون المبكر تبكير فائقا هى نظريات تتقدم كثيرا قبل أى تنبؤات قابلة للاختبار. والسؤال هنا هو عما إذا كنا فى عشر سنين أو عشرين

سنة سنجد لدينا طرائق لاختبارها، تماما مثلما حدث فى السنوات العشرة الأخيرة أن أصبح لدينا اختبارات جيدة جدا لنظرية الانفجار الكبير ترجع وراء للمرحلة التـــى كان عمر الكون فيها ثانية واحدة. إذا كان من غير الممكن بأى حال اختبـــار هـــذه الأفكار، فسوف يستطيع المرء ولاريب أن يحاج بأنها لا تزيد عن أن تكـــون مـــن باب "العلم الهزأة"، وذلك بالمعنى الذميم لتلك العبارة كما طرحها جون هورجـــان. ولكنى آمل أننا خلال عشر إلى عشرين سنة سوف نعرف أى فكرة منها هى التـــى فى المسار الصحيح - إن كان أى منها كذلك - وستكون الواحدة منها فى المســـار الصحيح إما لأنها جزء من نظرية موحدة عامة تفسر ما هو أساســـى مـــن قـــوى وقوانين الطبيعة، وإما لأنه سيتم الوصول إلى بعض أرصاد فلكية لها القدرة علـــى التمييز فيما بينها. ومرة أخرى فإن المنظرين هم الذين يقودون من يقومون بالرصد وإجراء التجارب، ويستحثونهم، ويحفزونهم. ومن المهم أن يتم استكشـــاف بـــدائل لأفكار التيار الرئيسى.

وكمثل لذلك لدينا أبحاث لى سمولين عن الجاذبية الكمومية الحلقية. الشـــىء الوحيد الذى يقلقنى فيما يتعلق بنظرية الأوتار هو ما لعله أن يكون تركيزا مفرطـــا للمواهب فى هذا المجال. فهذا أمر لا يقتصر على أن يكون حشدا غير مثالى فـــى هذا الجهد العلمى، وإنما سيؤدى أيضا بالتأكيد إلى الكثير من خيبة الأمل عندما نجد أن عددا بالغ الكثرة هكذا من أفراد الشباب المتقد الذكاء كلهم يطـــاردون الأفكـــار نفسها.

يهمنى أيضا بعض الأسئلة الأساسية عن توحد قوانين الفيزياء. طالمـــا ثـــار إعجابى بما يسمى حجج الضبط الدقيق، حجج تنادى بأن كوننا يبدو أنه كون خاص نوعا، ولم ينشأ تركبه إلا لأن قوانينه لها خواص غير معتادة بدرجـــة كبيـــرة. إن وجودنا لغز أصيل، حيث إن من السهل أن نتخيل مجموعة من القوانين لا تؤدى إلا إلى كون عقيم أو يولد ميتا. وأكثر إجابة طبيعية عن هذا اللغز ستكون أن انفجارنا الكبير لم يكن بالانفجار الوحيد، فهناك أكوان كثيرة، تنتهى إلى أن تكون محكومـــة بقوانين مختلفة، البعض منها فقط هو الذى يتيح أن يحدث تطور البنى ثم الحياة فى

النهاية. وبالتالى، فأنا تجذبنى النماذج الكونية التى تسمح، ليس فقط بانفجار كبير واحد وإنما بانفجارات كثيرة، وهذا أحد معالم سيناريو التضخم الأزلى الذى كان رائده أندريه لند وكذلك بعض النماذج التى تستدعى وجود أبعاد إضافية. أود أن أعرف فيما يتعلق بالفيزياء التى تتنبأ بهذه الأكوان المتعددة (والتى مازالت فيزياء تخمينية) ما إذا كانت فيزياء صحيحة، وما إذا كانت الأكوان المختلفة محكومة بقوانين فيزيائية مختلفة وقوى مختلفة. هل تحوى جسيمات تختلف اختلافا كليا عن الجسيمات التى تشكل كوننا الخاص بنا؟ إذا كان هناك حقا تباين هائل بين هذه الأكوان الكثيرة، لن نجد فيما ينبغى أن هناك ما يثير أى دهشة لو تصادف أن وجد على الأقل كون واحد من النوع الذى نأوى إليه.

يأتينا منظور آخر من منظر أوكسفورد دافيد دويتش الذى نقح النظرية المسماة " بالعوالم الكثيرة " التى تنتمى لميكانيكا الكم. فهو ينظر إلى هذه الأكوان على أنها تتراكب بطريقة ما أحدها فوق الآخر، وهذه فكرة لا تتماثل مع فكرة ليزا راندال عن الأكوان المتوازية. ربما يمكننا التوصل إلى فهم أوضح لنظرية الكم والحوسبة الكمومية إذا فكرنا حسب هذه الخطوط. هناك صدق فيما لاحظه جون بولكنجورن من أن " ميكانيكى كموميتك المتوسط لن يكون بأكثر فلسفة من ميكانيكى سيارتك المتوسط". معظم الفيزيائيين يستخدمون النظرية لحل المسائل وحسب بطريقة تكاد تكون بلا تفكير. قد تعطينا ميكانيكا الكم الإجابات، إلا أنه ستظل هناك ألغاز فى هذا الشأن، وينبغى ألا نفترض أننا قد حصلنا بعد على الطريقة الصواب للنظر فى الأمر. الناس من مثل دافيد دويتش يقودوننا فى اتجاه فيه إنتاجية.

هناك نزعة لاستخدام مصطلحات مثل "نظرية كل شىء" و"النظرية النهائية"، لتدل على ما يلتمسه منظرون مثل إدوارد ويتن بمعهد الدراسات المتقدمة هو ومئات من المنظرين الآخرين الموهوبين. سيكون فى النظرية التى يبحثون عنها نهاية للمطلب الذى بدأ بنيوتن وتواصل من خلال أينشتين وخلفائه. إلا أن هذا بالطبع لن يكون فيه نهاية العالم، وإنما هو فقط نهاية لمطلب بعينه. لن تساعدنا هذه

النظرية على فهم أغلب الأمور المركبة فى العالم. وجود نظرية أساسية لن يؤدى مطلقا إلى أى عون لأغلب العلماء، بل ولأغلب الفيزيائيين، وذلك لأن الصعوبات التى تواجههم ليست نتيجة أنهم لا يعرفون القوانين الأساسية. فالتحدى الذى يواجهنا هو أن نفهم كيف ينشأ التركب. وهذا التحدى يماثل فى أساسيته التحدى الذى يأتينا مع ما تسمى بنظرية كل شىء، كما أنه مستقل عنها. يقول عالم الفيزياء النظرية ستيفن واينبرج إننا إذا واصلنا السؤال "لماذا... لماذا... لماذا؟" سيرجعنا ذلك إلى سؤال فى فيزياء الجسيمات أو فى علم الكون. وهذا أمر يصدق إلى حدما، ولكنه يصدق بمعنى محدود لا غير. يواجهنا التحدى عندما نسأل عن السبب فى أن أحد السوائل يسلك أحيانا بطريقة منتظمة، وأحيانا أخرى بطريقة شواشية – كأن نحاول مثلا فهم الاضطراب الدوامى، أو تقطر الصنابير – إلا أن الإجابة لن تأتينا من تحليل السائل تحليلا ينزل بنا إلى مكوناته تحت الذرية، وإنما ستأتى بالتفكير بطريقة مختلفة تماما فى أمر التركب. هناك مثل لذلك عندما اكتشف ميتشيل فيجنبوم ظهور سلسلة الأعداد نفسها فى مرحلة الانتقال من السلوك المنظم إلى السلوك الشواشى، فهذا اكتشاف مهم عن العالم، ولكنه لا علاقة له مطلقا بفيزياء الجسيمات، حتى وإن كان يماثلها بالضبط فى أنه أساسى.

لم نكن نستطيع أبدا قبل عصر الكمبيوترات أن ندرك إدراكا كاملا كيف أن خوارزما بسيطا يمكن أن ينتج عنه تركب هائل. تمكنا من أداء هذا النوع الجديد من العلم عن طريق الكمبيوتر – وهو علم نجد أن ستيفن وولفرام ولاريب هو أكبر واجهة دعائية له – وهو علم يتيح لنا أن ننشئ تخمينات جديدة عن كيف أن الأنماط البسيطة والخوارزمات البسيطة يمكن أن تترتب عليها نتائج مركبة أقصى التركب. هذا علم يوجد كله فكريا على مستوى فيزياء الجسيمات ونظرية الأوتار ولكنه لا يرتبط بهما تماما. أصدر وولفرام بيانا (مانيفستو) رائعا جدا عن هذا النوع من العلم، ولكنى لا أعرف إن كانت طريقته هذه فى النظر إلى الأمور هى الطريقة المفتاح لفهم المكان، والزمان، والجسيمات. وحتى أكون أمينا فإنى أتشكك نوعا بشأنها. ولكنى أتعاطف مع أفراد مثل فيليب أندرسون فيزيائى برينستون، الذى يريد تفريغ شحنة غرور علماء الفيزياء الأساسية الذين يزعمون أن موضوعهم له

الأولوية الأعلى والأعمق من كل شيء. هناك ما هو مهم تماما مثل موضوعهم، كفهم التركب، وأن نراه فى أبسط شكل فى مرحلة الانتقال للشواش وفى الأشكال الأكثر تعقدا فى كل سائر العلم: كالشفرة الوراثية، وتدفق السوائل، وكل سائر ذلك.

ما يشغلنى الآن فى التو - بل وما ظل فى الحقيقة يشغلننى لأكثر من عشرين سنة - هو أن أفهم الطريقة التى انتهى بها عصر الظلام الكونى. بعد التألق الأول للانفجار الكبير، أخذ الكون يبرد ويظلم حتى تمت إضاءته ثانية عندما تشكلت أول النجوم أو أول المجرات. توصلنا الآن إلى تقدم كبير، بمساعدة من الرصد والنظرية معا، فى فهم الطريقة التى انتقل بها الكون من حالة اللا تشكل واللابنية إلى أن يصبح مركبا. حدثت هذه الفترة الانتقالية الرئيسية فى وقت متأخر تماما، ربما بعد الانفجار الكبير بمائة مليون سنة. لا يوجد خلاف حول الفيزياء الأساسية عندما كان الكون يسوده انخفاض فى الكثافة والحرارة، إلا أن الأمور تصبح معقدة للسبب نفسه الذى يتعقد به كل العلم البيئى. وأنا أحاول أن أفهم كيف تطورت البنى الأولى، كيف نشأت أول النجوم، والثقوب السوداء، والمجرات.

على أن علماء الفلك أمثالى ليسوا أقل اهتماما من أى فرد آخر بما سيحدث فى الأسبوع القادم أو السنة القادمة، بل والحقيقة أن وعيهم بالدهور الشاسعة التى تمتد أماما ربما يجعلهم متنبهين بوجه خاص لمستقبل الحياة، وما فيه من إمكان لعصر ما بعد البشرية. ثمة تهليل كثير حول التقدم المتسارع لعلوم معينة، وهناك ولاريب أفراد مثل راى كيرزويل بوجه خاص، يعتقدون أن التقدم التكنيكى يمضى منطلقا تجاه بعض نوع من مفردة، أو طرف مستدق، يمكن أن نصل إليه فيما يقرب من خمسين سنة. ما يهمنى هو أن أوجه التقدم هذه - وخاصة أوجه التقدم فى البيوتكنولوجيا - سوف تؤدى إلى عدم الاستقرار بدرجة أكبر. وهى تؤدى إلى أن يزداد ما يوجد من الفعالية والقوة لدى فرد واحد ساخط أو مجموعة صغيرة ساخطة. مع الفعالية الهائلة التى تقدمها التكنولوجيا، لن يحتاج الأمر إلا لعدد قليل من الأفراد ليسببوا كوارث يمكن أن تمزق مجتمعنا كله. ويحدث هذا بوجه خاص عندما يعرف كل فرد أن هذه الكوارث يمكن تكرارها فى أى وقت دون إمكان

عملى لتوقيها. يعطينا حدث الأنثراكس فى ٢٠٠١ المثل لأن تفجر وباء مــن هــذا النوع حتى إذا تم احتواؤه جيدا إلا أنه يستطيع أن يؤثر فى نفسية المجتمــع كلــه. تستطيع وسائل الإعلام والدعاية العامة بمبالغاتها أن تضخم من أى رعــب، لأننــا أصبحنا متصلين ومتشابكين بدرجة قصوى. لا أستطيع أن أرى كيــف يمكننــا أن نتجنب هذه الأحداث التى تستحوذ تماما على المجتمع، أو تسبب حتى انهياره. وأنا متشائم، لأنه يبدو لى أنه سيكون من الصعب جدا توقى هذه الأمــور. كنــا منــذ عشرين سنة منزعجين من احتمال المواجهة بين القوى الكبرى؛ وفــى تســعينيات القرن العشرين كنا منزعجين من تصاعد القومية، والصراعات بالمقاييس الأصغر. أما الآن فنحن منزعجون من الإرهابيين وغيرهم من الجماعات الساخطة، وسيكون علينا فى المستقبل أن ننزعج من أفراد ساخطين لهم عقلية أولئك الذين يصــممون الآن فيروسات الكمبيوتر ولكنهم سيكون لديهم سريعا القدرة لفعل مــا هــو أســوأ كثيرا.

تجعلنى هذه الأفكار مكتئبا بشأن ما سيحدث فى السنين العشر أو العشــرين القادمة. على أننا إذا تمكنا من درء الكارثة، فسوف أكون مع كيرزويل فى توقع أن يكون معدل التغير فى حياتنا فى الخمسين سنة القادمة معدلا أسرع مما كــان فــى الخمسين سنة الأخيرة.

خاتمة

ردود على مقال "الإنسانيون الجدد"

نيكولاس هيمفرى، جارون لانير، جوزيف ليدوكس، جون هورجان، تيموثى تايلور، كارلو روفللى، ستيفن جونسون، لى سمولين، دوجلاس روشكوف، بيت هت، مارك دى هاوسر، ميهالى سيكزنتميهالى، دنيس دتون، دانييل سى. دينيت، هوارد راينجولد، كريس أندرسون.

نيكولاس همفرى:[٣١] لدى مشاكل كبيرة بالنسبة لهذا المقال. وعلى وجه خاص، فإنى لا أجد مطلقا أن تحديدك لما يكونه العلم والتفاؤل فيه ما يقنع بأى حال فى "أى" من رأييك اللذين سردتهما.

١ - لا أعتقد أن العلماء يتوقعون فعلا (أو ينبغى أن يتوقعوا) توسعا فى المشاكل المثيرة للاهتمام بنمط أسى يماثل ما فى قانون مور. والحقيقة أن الأمر عكس ذلك بالضبط: فانا أعتقد أننا نستنفد - أو سوف نستنفد سريعا - منجم المشاكل المهمة العميقة. سيكون "لدينا" (نظرية كل شىء)، وسوف نصل إلى إثبات فرض ريمان، وسوف نصل إلى أعماق الوعى، وهلم جرا. هذا حقا العصر الذهبى للعلم. ولكنه يجب أن يكون بحيث ينتهى ذاتيا، على الأقل فى مدى ما يختص بالمشاكل الكبيرة الصعبة. كتبت عن هذه القضية بالضبط فى مقالى "شكسبير العلمى". النقطة التى أوضحتها فيه هى أن "الفنون " ستستمر فى أن تكون لها الفرص التى سرعان ما لن يكون لها وجود لدى "العلوم". أعتقد أن من الأفضل لنا نحن العلماء أن نكون مستعدين - بل وأن نكون متواضعين - عند مجابهتنا للمرحلة التالية من الثقافة الإنسانية، التى قد ترتد تماما إلى نطاق التخصص التقليدى للفنون.

٢ - لا أعتقد أنه يمكن أن تكون الاكتشافات العلمية بالضرورة مما يعتمد عليه فى أن تؤدى إلى زيادة خالصة فى سعادة البشر، سواء من خلال ما تكشف عنه من سياق للطبيعة أو من خلال الأدوات التى يمكن أن تتيحها لنا لنتدخل بها فى هذا السياق. هناك علماء كثيرون، ابتداء من براتراند راسل ثم جاك مونو حتى مارتن ريز، كلهم كانوا ومازالو متشائمين أعمق التشاؤم بالنسبة لما يخبرنا به العلم عن الطريق الذى يتجه له العالم. وفى قضية أخرى منفصلة، مازال هناك كثيرون ينتابهم القلق حول التطبيق الذى ستستخدم فيه الكشوف

---

(٣١) نيكولاس همفرى عالم فى السيكولوجيا النظرية فى مركز فلسفة العلوم الطبيعية والاجتماعية بمدرسة لندن للاقتصاد، وأستاذ للسيكولوجيا بكلية الجامعة بالمدرسة الجديدة للبحث الاجتماعى فى نيويورك. ومن بين ما ألفه كتابا "تاريخ العقل" و"العقل مكتسيا باللحم".

العلمية، ابتداء من أسلحة الدمار الشامل، ثم تحسين النسل ووصولا إلى التحكم الفكرى.

لا يعنى هذا أن نشكك فى النقطة الرئيسية عندك وهى أن العلم الآن هو اللعبة الوحيدة فى الملعب. لاريب أنى أوافق بالفعل على أن هناك أملا فى العلم أكثر من أى شيء آخر. ولكن المشكلة كما أراها بالنسبة لهذا المقال هى أنك قد أوضحت هذه النقطة من قبل منذ سنوات وبأكثر ما يمكن إقناعا، وذلك فى مقدمتك لكتاب " الثقافة الثالثة" بحيث إنها حقيقة لا تحتاج لإيضاحها ثانية. والحق أنى لو كنت مكانك لاتخذت مسلكا مختلفا بالكلية. بدلا من أن تكرر هجومك على مثقفى النصف الثانى من القرن العشرين الذين يستحوذ عليهم قهار "بلومزبرى"، أعتقد أنه كان ينبغى أن تعمل على جذب الانتباه إلى الطريقة التى أصبح بها هؤلاء المثقفين مهمشين فعلا، وكان هذا فى جزء منه بسبب جهودك. الأدلة على انتصار العلم فى الثقافة العقلية موجودة فى كل مكان. فهى موجودة فى الأدب (كما مثلا فى "تحمل الحب" لأيان ماك إيوان)، وفى الأفلام (كما مثلا فى "عقل جميل")، وفى المسرح (كما مثلا فى "كوبنهاجن" لمايكل فراين)، وهلم جرا. إن ما نراه الآن هو تحول مذهل من القيم القديمة إلى القيم الجديدة. مقالك كما هو عليه، فيه نزعة غريبة من عدم الثقة. وأنت لم تعد بعد فى حاجة لذلك! لقد كسبت المعركة فى غالبها. أما المهمة التالية فهى أن تعطى تقييما متزنا لطبيعة هذا النصر.

جارون لانير: أحسنت يا جون! أنت تلعب دورا حيويا فى تحريك العلوم إلـــى مـــا يتجاوز اتخاذ موقف دفاعى كرد فعل لما يشن على المؤسســـات الأكاديميـــة مـــن هجمات سطحية يقوم بها أتباع "ما بعد الحداثة" وغيرهم من دود العلق. فأنت تحتفى بالعلم والتكنولوجيا باعتبارهما تعبيراتنا المتفائلة الأكثر براجماتية.

إلا أنى أتساءل، هل يكفينا أن نوضح لا غير مدى الضياع بلا أمـــل الـــذى أصبح عليه أولئك المثقفين المغلفين بقشرة الفنون والإنسانيات وهم يمارسون سباق تسلحهم التافه بتشاؤم كلبى. إذا كان لنا نحن العلمـــاء والتكنولوجيـــون أن نكـــون الإنسانيين الجدد، فلابد من أن ندرك أن هناك أسئلة يجب أن يتناولها أى شـــخص مفكر، أسئلة لا تقع فى نطاق ما هو راسخ من طرائقنـــا وحوارتنـــا. والحقيقـــة أن موقعك على ويب "الحافة" edge.org يوفر واحدا من المنتـــديات المعـــدودة التـــى يستطيع العلماء فيها تبادل الأفكار حول بعض هذه الأسئلة.

ربما تكون هناك جماعة من العلماء قد أصبحت هى "الإنسانيين الجدد" ولكن هذا ليس فيه الكفاية. يجب علينا نحن الأفراد التكنيكيين أن نتعلم القدرة على الحديث عن أشياء معينة بحساسية أكبر، وإلى جمهور شعبى أكبر له احتياجات قد تبدو غير معتادة بالنسبة للكثيرين منا، وإلا سنواصل مع تخلينا عن أداء المهمـــة أن نتخلـــى أيضا عن الكثير من النفوذ المؤثر ليناله هكذا أى شخص آخر لديه عزيمـــة أقـــوى للارتفاع إلى مستوى المسئولية.

قد يكون أكاديميو، ما بعد الحداثة وكذلك الشخصيات المشهورة فى الثقافـــة الثانية، هم أعداء العلم الأكثر تنفيرا، إلا أن من المؤكد أنهم مع ذلك ليسوا أعـــداء العلم الأكثر خطرا. وحتى نحن مازلنا عند البداية من إنعام النظر لأول مـــرة إلـــى أعمق أسس البيولوجيا، إلا أننا نجد أنفسنا فى موقف حيث هناك أقسام واسعة مـــن الجمهور المتعلم وقد تحولت ضد المشروع العلمى لتكون فى صف بـــدائل شـــعبية تصنف عادة بأنها أكثر "روحانية". وتتراوح هذه البدائل ابتداء من مجـــرد أشـــياء سخيفة (مثل التنجيم) ووصولا إلى نزعات عقائدية متعصبة مهجـــورة ووضـــيعة، كثيرا ما تتسم بالعنف، وهى نزعات يبدو أنها أصبحت تكتسب السلطة داخل الكثير

من التراث العقائدى فى العالم. ما الذى يدفع أعدادا هائلة من الناس إلى الخرافة وما يتبعها من الاستغلال المحتوم؟ مثلا ما الذى يجعل من الطب المتنور بالعلم (والذى كثيرا ما يسخر منه باعتباره مجرد علاج "غربى " أو علاج "مغاير") طبا جد منفر لأفراد أذكياء عددهم كثير هكذا، فى حين أن من الواضح أنه ناجح نجاحا ساحقا؟ لعل الأمل أن نخبة الثقافة العلمية لم تدرك إدراكا كافيا المهمة التى يجب أن تقوم بها إذا أرادت أن تكون النصير لنفسها. أتباع ما بعد الحداثة الذين ينقدون العلم يكونون غالبا مجرد أناس مضحكين، فى حين يكون أفراد التيار الرئيسى من أعداء العلم أسوأ كثيرا من هؤلاء: ذلك أنهم أخذوا ينتصرون.

ما الذى تعنيه كلمة "الروحانية "؟ اسمحوا لى أن أطرح تعريفا: روحانية المرء هى نطاق من علاقات المرء الانفعالية بتلك الأسئلة التى لايمكن الإجابة عنها. العلماء والتكنولوجيون ينزعون طبيعيا إلى الابتعاد عن هذه الأسئلة. من ذلك مثلا السؤال عن "ماذا يحدث عندما نموت؟" العلماء يلتزمون الصمت بشأن ما لا يستطيعون الكلام عنه. نحن قد توصلنا للسلام مع الأسئلة الكبيرة التى يسألها كل طفل بأن أوجدنا لأنفسنا الحدود لقدراتنا على الإجابة عنها. أصبح الكثيرون منا مرتاحى البال فيما يتعلق ببعض بقع قليلة من الجهل صارت مألوفة وأزلية، وذلك حتى على الرغم من أن هذا البقع تتخذ موقفا مركزيا فى مجال رؤيتنا، وسبب ذلك أننا ننال تعويضا عن إحباطاتنا. نحن سعداء بأنه يمكن فهم الكون فهما بالغ الجودة بطرائق بالغة الكثرة، وأننا على وجه التحديد قادرين على أن نسهم إسهاما شخصيا فى هذا الفهم. كثيرا ما نحس بالافتتان بالجمال الذى نراه فى الطبيعة، جمال يصعب على غير المتخصصين إدراكه. بل إن البعض منا قد وصلوا إلى إيمان من هذا النوع أو ذاك، وإن كان يقتصر عادة على ذلك الإيمان الذى يتطابق بدقة مع تلك البقع من الجهل.

إلا أن ما ننساه هو أن الكثيرين من الناس، هم فيما يحتمل الغالبية، لم ينالوا خبرات الحياة التى تؤدى إلى تشحيم هذه الصفقات الثقافية. معظم الناس لن يكونوا مرتاحى البال بتقبل قدر صغير من جهل يوضع فى موقع تعس – أو مع قدر من

عدم يقين يؤدى إلى مناطق محددة بحدود عقائدية صارمة - فى مقايضة مع معرفة متخصصة بقوة في مجالات أخرى. يوجد فى العالم كل الأسباب للسخرية من شخصيات النخبة الثقافية الغبية الذين يستخدمون صرعة التشاؤم كغطاء للنرجسية. نعم، هيا فضلا نضحك معهم. ولكن هذه الطريقة للتناول لن تفيد كثيرا ذلك العدد الهائل الأكبر من الأفراد الذين يعانون قلقا خالصا بشأن الأسئلة الكبيرة التى لا إجابة لها.

أود أن أركز على مسار ثقافى بعينه أعتقد أنه يدفع الكثيرين من أفراد الجمهور بعيدا عن العلوم، وسبب ذلك أن بعض أعضاء جماعة موقع "الحافة" هم فى المركز من هذا المسار. يمضى بنا المسار كالتالى: تسعى وسائل الإعلام وراء إحدى العلماء أو التكنولوجيين لأنها تتحدث ببلاغة عن الحياة فيما يتجاوز المعمل. وتظهر العالمة فى التليفزيون لتتحدث عن موضوعات تهم البشر، مستخدمة الإطار الثقافى لبحثها. هيا نفترض أنها تحب أن تفكر بلغة من الذكاء الاصطناعى، أو علم النفس التطورى، أو بعض من الأطر الثقافية التى تعمل على دحض "خصوصية" الناس، من أجل إيضاح الأبحاث. الفكرة التى تنشأ عن إطار كهذا والتى ربما تخدم هدفا فى بيئة المعمل، كثيرا ما تفشل تماما فى البيئة المفتوحة. وكمثل، إذا كانت المتحدثة باحثة فى مجال الذكاء الاصطناعى، فإنها قد تطرح تساؤلا عما إذا كان زوجان وحيدان لاينجبان أطفالا يمكنهما فى المستقبل أن يجدا عزاء فى تربية طفل روبوتى. كانت هذه فكرة فى فيلم حديث من الخيال العلمى الشعبى، ولكنها أيضا وجدت من يناصرها كاحتمال معقول وواقعى فى حديث فى "راديو الجمهور القومى" ألقته عالمة من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا.

من الممكن أن يحدث داخل المجتمع المتنور العلمى والتكنولوجى خلاف رهيف حول تعليق كهذا. ومن الممكن أن يكون هناك سؤال عما إذا كان مدى التركب فى الطفل الحقيقى أمر فى الإمكان حقا أن يدانيه جهاز رقمى فى أى وقت فى المستقبل القريب قربا مناسبا. قد يستطيع المرء أن يوضح أنه حتى لو أصبح مجال العتاد متسعا وسريعا بما يكفى، إلا أننا فيما يبدو لن نستطيع كتابة برامج

ضخمة مستقرة، وبالتالى سوف يتطلب الأمر أن يحدث للبرمجيات، ولو بأدنى حد، بعض أوجه تقدم غير متوقعة. ولكن ليس هذا هو ما يحدث فى العالم الرحب لغير العلماء. وكمثل، فإن الأفراد "الروحانيين " أو "العاطفيين" كثيرا ما ينالهم التشـوش ويصبحون أكثر ميلا لإلغاء مواعيدهم مع الأطباء مفضلين عليهم إجراء جلسات من العلاج مثلا بالروائح العضوية. إذا كان العلماء يعتقدون أن الروبوتات والأطفـال تتماثل، فلتحل بهم لعنة وباء يبيدهم! عندما تحـدثت تلـك الباحثـة فـى الـذكاء الاصطناعى لتساوى بين نظم المعلومات والكائنات البشرية ولو حتى بمعنى ضيق جدا، فإنها بذلك أجابت بنوع من الغفلة عن بعض الأسئلة الكبيرة للطفولة إجابة كلها عجب. أخشى أن الرسالة ستنتهى إلى أن تفهم كنوع من القول بأن "الأمر لا يقتصر على أنه لا وجود للروح، ولا للآخرة، ولا وجود لأى شيء سحرى فينا بأى حال، وإنما الأمر أيضا أنى كواحدة من علماء النخبة أستطيع أن أنظر فى دورة تشغيلكم وأن أصنع شيئا آخر يماثلكم، وبالتالى أجعلكم أساسا خاضعين لى".

أحد التحديات التى ظلت دوما تواجه الفنون والإنسـانيات (ولا ننسـى هنـا العقائد!) هو جعل الأشياء البسيطة أشياء معقدة. هكذا توجد كتب أكاديمية مشوشـة منافية للعقل تدور حول الفلسفة والفن. يشبه هذا بعض الشيء ذلك التعبير المجازى القديم عن إضفاء أعلى القيم على المقتنيات المادية كما فى "عقيـدة البضـاعة"[٣٢]. عندما كنت أدرس التأليف الموسيقى جعلونى أدرس موسيقى أكاديمية ملغـزة بمـا يثير السخرية لا يستطيع أن يفهمها إلا عدد صغير من الأفراد. وكان هذا مشـابها للموقف فى الفيزياء، حيث الآمال المصاحبة بأن هذا ربما سيجعل من الوشـيك أن يحق لأفراد هذه النخبة الأشهر والأكثر إلغازا أن ينالوا ما يماثل ذلك مـن هيبـة، وميزانيات بل وحتى ساحات انتظار فى الحرم الجامعى. والواقع أن استخدام عقيدة البضاعة بهذه الطريقة قد نجح تماما فى هذه الحالة!

---

(٣٢) عقيدة البضاعة: نوع من عقيدة فى بعض جزر الهادى تتأسس على الاعتقاد بأن الأسـلاف سـوف يعودون محملين بمنتجات أو بضاعة الحضارة الحديثة بما يجعل سكان الجزر أغنياء. (المترجم)

يواجه العلم مشكلة بعكس ذلك. سيسعد معظم العلماء لو حدث فجأة أن انهار الاستعلاء المتأصل فى ذلك النظام الجامد، بحيث يمكـــن أن يوجـــد جـــيش مـــن المشاركين الجدد. ولكن هذا المستقبل لن يوجد بكل أسف. وعلينا بدلا من ذلـــك أن نتعلم طرائق جديدة لنحسن من التفاعلات بين الجماعة العلمية والعالم بأسره.

أعتقد أن أمامنا هنا الموقف الذى مازالت الثقافة الثالثة تحتاج فيه للنضـــج. لابد للعلم أن يتعلم أن يكون أفضل فى توصيل حدوده باعتبارها مصـــدرا للقـــوى، وأن يفعل ذلك دون نزعة اعتذار. ولعل على العلماء أن يتعلموا التواصل علنا بشأن كيفية أننا نحن العلماء يصيبنا القلق أحيانا فى أثناء الليل بسبب الأسئلة التى لا إجابة لها.

جوزيف ليدوكس:(٣٣) إنه لشيء عظيم أن نلتمس شيئا من الاندماج بين مجالات متنوعة، ولكنى أحس بالقلق من أن الأمور لا تكون باللون الأسود أو الأبيض كما تقول أنت ضمنا فى مقالك. لاريب أنه يوجد بعض من هم "تسبويون" على نحو صريح فى الدوائر الأكاديمية، ولكنى أعتقد أن معظم الأفراد الذين يصنعون الثقافة بالفعل (الفنانون، والكتاب، والموسيقيون) هم أناس متفتحون ومهتمون جدا بما يلزم أن يقوله العلم. ولسوء الحظ فإن من يماثلونهم فى حالة العلماء عددهم أقل. سنحس بالصدمة عندما نرى إلى أى مدى يمكن أن يكون العلماء جاهلين بالفنون ومنصرفين عنها. وكما أرى، فإن النظرة الأعرض التى تطرحها عن الثقافة سوف تتطلب بعض توسيع لآفاق العقل فى العلوم أيضا.

---

(٣٣) جوزيف ليدوكس عالم أعصاب فى جامعة نيويورك ومؤلف كتابى "المخ الانفعالى" و"النفس ومشابكها العصبية".

جون هورجان:[٣٤] إذا كان المقصود بمقالك هو الاستفزاز، فمن الواضح أنه نجح فى ذلك. ولكنه فى الحقيقة ينجح كنوع من إعلان عن نصر العلم بأكثر من أن يكون تحليلا جديا لعلاقة العلم بالإنسانيات أو الثقافة ككل. وهو يذكرنى بطريقة خطاب مجلة "وايرد"، أو بنسخ كتب الجيب عن معهد سانتا فى أيامه الأولى الطائشة. "العلم يحكم!" إنك حقا شجاع إذ تريد بعث هذا النوع من النزعة الانتصارية العلمية فى وقتنا هذا الذى انفجرت فيه فقاعة الأعمال المالية للإلكترونيات وأصبح العالم يصخب بأوجه قلق ونزاع ليس هناك إلا أدنى أمل أو ينعدم الأمل فى أن ينير العلم ظلامها، دع عنك أن يخفف منها.

اسمح لى أن أضيف بضع أفكار للمشاكسة: تقول إن العلماء يجابهون "العلم الواقعى"، وذلك على عكس أولئك الإنسانيين الجهولين. أود لو كنت ذكرت أسماء حتى يمكننا الحكم عما إذا كانت أهدافك تتوافق مع وصفك الساخر. ولكن هيا نأخذ جوديث بتلر كمثل، وهى تقوم بتفكيك للهوية الجنسوية Sexual، كما أنها المثل المحبب، كفتاة لها سوطها الضارب، عند أولئك النائحين على انحطاط الإنسانيات. أود أن أؤكد على أنها مشغولة بالواقع – واقعنا الإنسانى – أكثر من منظرى الأوتار أو علماء الكون التضخمى. لاريب أن هناك بعض كتب العلم الجماهيرية التى تتناول قضايا ينبغى أن تهم أى شخص مفكر، مثل آخر كتاب ألفه إ. أو. ويلسون "مستقبل الحياة". ولكن خبرنى يا جون، هل هناك أى كتاب علم مهم ليقرأه أى فرد الآن ويكون مثلا مهما له بمثل أهمية كتاب صمويل هنتنجتون "صدام الحضارات"؟

لدينا الكثير من كتب العلم الجماهيرية الشائعة تروج ثقافة خيال علمى هروبية موجهة بوجه خاص إلى المراهقين الذكور الذين يعانون من عدم التلاؤم اجتماعيا. قل لى بأمانة، ما علاقة علم الكون التطورى عند لى سمولين بالعالم الواقعى؟ أو كذلك خيالات الفانتازيا عند راى كروزويل التى تتناول ما يكونه الأمر

---

(٣٤) جون هوجارن صحفى مستقل، ومؤلف كتب "الصوفية العقلانية"، و"نهاية العلم"، و"العقل غير المكتشف".

عندما نتحول إلى برمجيات صرف؟ أنا أحد من يؤدون دورا على مسرح العلم، وبالتالى فإنى أجد أن هذا النوع من الأدوار يكون مسليا عندما يؤدى أداء جيدا، ولكنى بكل تأكيد لا استطيع أن ألوم الآخرين عندما لا يتذوقون ذلك. دعنا نواجه الأمر، فكتب العلم الجماهيرية تفهم أحسن الفهم عندما تكون بمثابة إسهام صغير فى صناعة التسلية. إذا كان الناس فى هذا الصدد يفضلون القراءة عن الحياة الجنسية لفرجينيا وولف أو أن يشاهدوا مسلسل " الأصدقاء" بدلا من أن يناضلوا فى قراءة كتاب "تاريخ موجز للزمان" أو "أصل النظام"، فلست أعتقد أنه ينبغى عليهم عندها أن يشعروا وكأنهم مواطنين من الدرجة الثانية.

أنفق معك فى أن حالنا جميعا يصبح أفضل لو أن مزيدا من الناس تثقفوا علميا. ولكن "الثقافة العلمية " بالنسبة لى لا تعنى أن يثور انفعالنا جميعا بسبب آخر إنجاز علمى "خارق"، سواء كان ذلك نظرية بران، أو أجسام مضادة أحادية النسيلة أو نانوتكنولوجيا. وإنما هى تعنى معرفة ما يكفى لتمييز أوجه التقدم الأصيل عن الدعاية المبالغ فيها التى تحيط بدواء "بروزاك" أو السيكولوجيا التطورية أو حرب النجوم أو العلاج بالجينات.

أثرى العلم الحياة الحديثة بطرائق لا تحصى، سواء ماديا أو عقليا. إلا أن افتتاننا بالتقدم العلمى والتكنولوجيا من أجلهما فى حد ذاتهما قد ترتب عليه أيضا نتائج ضارة: التلوث، أسلحة الدمار الشامل – وغير ذلك مما تعرفه من مصادر الذعر القديمة. ارتكبت أيضا أضرار كبيرة فى القرن الماضى لأن الناس قد انجرفوا بتلك البدع من العلم الزائف كالماركسية، والداروينية الاجتماعية، وتحسين النسل، وعلم الأدوية النفسية. يعلمنا التاريخ أن العلم مقيد فيما يستطيع أن يفعله من أجلنا. وهذه واقعية وليست تشاؤمية. إن آخر ما نحتاجه حاليا هو أن تكون هناك أيديولوجية أخرى أو عقيدة أخرى.

تيموثى تايلور:[٣٥] لاشك أنى أدرك أن بعض ما شخصه جون فى العلوم الاجتماعية فيه ما يحبط (بل وفيه ما هو أسوأ من ذلك) "دخول نص وخروج نص" فى فقاعات من نشاط بلا منطق مترابط وخالية من المحتوى ويعطى لها من باب التأله فقط اسم الدراسة البحثية. إلا أننا ينبغى أن ندرك أيضا أن بعض العلماء المتشددين ممن يمطون أنفسهم عبر الحاجز ما بين الفنون والعلوم قد ظلوا يبخسون من مدى تركب الإنسانيات ويفعلون ذلك بطريقة تتجاوز المعتاد، وكثيرا ما تكون فيها عجرفة تتجاوز المعتاد أيضا. وأنا شخصيا ليس عندى شك فى أننا لو أردنا مثلا أداء جيدا فى الفلسفة الأخلاقية، فإن هذا يتطلب تدريبا عقليا أطول مما يلزم نمطيا لإحداث التقدم مثلا فى فيزياء البلازما أو علم الوراثة. ولكنى أعرف أيضا أن بعض الفيزيائيين والوارثيين لديهم نزعة لئلا يدركوا ذلك. لست أعنى بهذا أن أقول إن ما يفعلونه فيه سذاجة عقلية (فمن المؤكد أنه ليس كذلك)، وإنما الأمر لا غير أن بعض ما يفعلونه (وربما ليس الكثير منه) هو مما يعد إبستمولوجيا أن له نزعة أكثر مباشرة.

ثمة مخاطر عندما يحاول العلماء أن يصبحوا الإنسانيين الجدد وهى مخاطر يصورها أحسن تصوير أمثلة محددة. وكمثل فإن فكرة ريتشارد دوكنز عن "الميمات" – وهى العناصر الثقافية التى طرحت كنظيرة للجينات – لم يتخذها أحد فى مجال علم الآثار، وهو فرع المعرفة الذى كان ينبغى أن تنجح فيه على وجه الدقة لو كانت فكرة مفيدة. ليس مما يثير الدهشة (ولا يقلل حقا من جدارته) أن عالما بلغ أعلى قمة فى البيولوجيا التطورية ولا يحسن الأداء المطلوب عندما يصل الأمر إلى تنظير طريقة تمرير الثقافة: ذلك أنه أيا كان الحال، فإن ريتشارد دوكنز قد لا يكون متمرسا فى التنظير الثقافى بأكثر من تمرسى أنا فى البيولوجيا التطورية. وعلى كل، ثمة مشكلة تنشأ عندما يعتقد أناس، ممن قد لا يعرفون ما هو أفضل، أن الميمات لابد من أن تكون فكرة جيدة، ويفسرون ندرة مناقشتها نقديا على أنها دليل على تقبل هذا المفهوم.

---

(٣٥) تيموثى تايلور، عالمة آثار فى جامعة برادفورد بالمملكة المتحدة، وهى مؤلفة كتابى "الروح المدفونة" و"الجنس ما قبل التاريخ".

تنشأ أنواع مماثلة من هواجس القلق فيما يتعلق بصياغة "غريزة اللغة" عند عالم النفس ستيفن بنكر. وهى ليست فكرة سيئة من حيث النظرية، ولكنها قد وسع منها توسيعا فيه - فيما يظهر - إهمال كلى لكيان شامل من الأبحاث التى أجراها فلاسفة لسانيات من الروس والفرنسيين والألمان الذين وصلت أبحاثهم إلى استنتاجات مختلفة تماما. بمعنى أنه سواء تقبلنا أو لم نتقبل أحكام بنكر فى اللسانيات، فإن عمله قد خرج من خلفية من السيكولوجيا الإدراكية ليدخل فى توهجات الاهتمام الجماهيرى (وتقبلته وسائل الإعلام تقبلا واسعا على أنه حقيقى) وذلك دون المشاركة فى تلك المناقشات الإنسانية التى لها أقصى العلاقات المحورية بمدى معقولية أو لا معقولية مزاعمه الدرامية لأبلغ حد. (كما عبر عنها أتباع ل. سى. فيجوتسكى، لو أخذنا مثلا واحدا).

سيكون على المرء أن يواجه المشكلة المراوغة من أن العلم الشعبى إما أنه غالبا ما يوعظ به من تحولوا بإيمانهم له، أو أنه عندما يشرد نوعا إلى مجالات فيها "إنسانيات" أكثر، فإنه يجعل من نفسه بغلا أحمق. يوجد فى الولايات المتحدة تقليد ممتاز بأن يكتب العلماء للجمهور الأعرض، ولكننا نجد عددا من السكان يصل إلى الثلث ويتزايد زيادة مخيفة، كلهم يشاركون فى ميتافيزيقا ليس فيها أى متسع للتطور الداروينى، ناهيك عن أن يفهموا ما يترتب عليه. هناك ازدياد فى أتباع المذهب التكوينى[٣٦] فى الولايات المتحدة ويكشف هذا عن مأساة ثقافية لن ينصلح حالها إلا عندما يوجد احترام أكبر - بين العلماء بوجه خاص - لمدى تعقد التكوينات الإنسانية الاجتماعية والثقافية وعدم قابليتها للتنبؤ. سيتطلب هذا تواضعا متجددا عند تناول التركيبات الحقيقية لمنابع سلوكنا. لن يكون هناك أى وجه للجمال فى أن يكون ما نتوقعه هو أنه سيحدث انقسام ثقافى فى دولة عظيمة ما بين أصولية عقائدية ونزعة علمية تساوى هذه الأصولية تشددا، ودوجماتية وضيق أفق بلا تدبر.

---

(٣٦) المذهب التكوينى هو الإيمان الحرفى بسفر التكوين وبأن عمر الكون مثلا حسب ذلك ٤٠٠٠ سنة. (المترجم)

لن يتشكل النصر الحقيقى للعلم بأن يجرف بعيدا الجوانب الأخرى للوجـــود، مثل العقيدة (ولا يعنى هذا أن العلم لديه أى أمل فى ذلك) وإنما يكون نصره بـــأن يعمق باحترام فهم ما يكونه معنى أن نعيش ونموت ككائنات بشـــرية وأن نرصـــد الكون من هذا المنظور. لاريب أن هناك جوانب كثيرة من أوجـــه الســـلوك غيـــر العقلانية، أو الرمزية، أو الطقوسية يمكن أن يتم تحليلها جزئيا أو كليا فـــى نطـــاق إطار علمى، إلا أن هناك جوانب أخرى لن تكون أبدا مما يذعن لتحليل كهذا. ثمـــة مواضع لا يمكن للتجربة والتحقق أن يصلا لها، وعلينا أن نلاحظ ما ندركـــه مـــن الظواهر، ونفسره، ونتأمله، ونشرحه بطريقة مختلفة كيفيا.

كارل روفيللى:[٣٧] من المؤكد أننا بعيدون جدا عن النزعة الظلامية[٣٨]، إلا أن هناك أيضا علامات لرد فعل ضد التفكير العلمى، ومقال جون المتشائم إنذار بذلك. توجد عبر كوكبنا كله علامات خطيرة من اللاعقلانية وهى أيضا موجودة فى كلمات للقمة من قوادنا. لن تكون الديمقراطية الضمان الوحيد لنا ضد الظلامية: كثيرا ما يعطى الناس أصواتهم لقوى من السلطة تنتمى بوضوح للاعقلانية، مثل النازى وبعض الحكومات الحالية. سيكون ضماننا ضد الظلامية هو أن ينتشر إدراك ما للتفكير العلمى العقلانى من قوة واضحة حيوية. عندما أتحدث إلى أناس مثقفين يعلنون بسعادة أنهم لا يعرفون شيئا عن الرياضة والعلم، أصاب عندها بذعر أكثر مما أصاب به عندما يقول أهل السلطة إنهم لا يقرأون كتبا.

التفكير العلمى يوجد فى اللب من حضارتنا المؤسسة على المعرفة. نستطيع أن نضيف لذلك تعطشنا إلى العدل، وإيماننا بالأحلام، ووعينا العميق بخواء الحياة، وإيماننا بالإنسانية كقيمة، وتوقنا للجمال، وحسنا بالإلغاز، وكل ما هو غير ذلك مما أعطته لنا روائع المغامرة الإنسانية. وليس فى أى من هذا ما يتحداه العلم أو ما يتحدى العلم. فالأمر على العكس. البحث علميا عن المعرفة أمر انفعالى عميق فى طرائقه ودوافعه. ولو قاومناه، لكنا بذلك نقاوم الحقيقة. الحقيقة، مهما كانت مركبة ولها عمقها الذى لا يمكن معرفته، إلا أنها موجودة هاهنا، وترد الهجوم.

---

(٣٧) كارلو روفيللى؛ عالم تخصص فى ميكانيكا الكم، وعالم فيزياء نظرية فى مركز الفيزياء النظرية بمارسيليا فى فرنسا.

(٣٨) الظلامية نزعة لمقاومة البحث أو الإصلاح أو المعرفة الجديدة، تقابل حركة التنوير. (المترجم)

ستيفن جونسون:[٣٩] أعتقد أن وجهة نظر نيكولاس همفرى قد تكون لها وجاهتها عندما قال لك " لقد كسبت المعركة بالفعل". ثمة برهان موجز من إحدى الحكايات: حضرت حفل عشاء فى عطلة نهاية الأسبوع الأخيرة كان مزدحما تماما بأناس أنفقوا سنوات دراستهم الجامعية - وفى بعض الحالات دراساتهم العليا - وهم يتخندقون فى نظرية ما بعد الحداثة. وكان هؤلاء جميعا أناس مثلى قد أقسموا فى أوائل العشرينيات من عمرهم يمين الولاء لبودريارد، وديريدا، وفوكو، وجيمسون، وغيرهم. (كان عدد منهم ممن درسوا معى علم الدلالات كمادة رئيسية فى كلية براون). إذا كنا قد درسنا أى مقررات علمية فى تلك الأيام فقد كان ذلك بشكل رئيسى بهدف تفكيك ما يكمن فيها من "نموذج أساسى (البارادايم) للبحث"، أو من أجل الكشف عن أى مما يوجد من نزعات "وسطية " تكمن وراء النص العلمى ومزاعمه الوهمية عن الحقيقة الإمبريقية.

على أن ما أدهشنى فى أثناء العشاء هو الطريقة السهلة التى انجرف بها الحوار - دون أى دفع منى - إلى المجال نفسه بالضبط الذى وصفته أنت فى "الإنسانيون الجدد"، والذى يتركز فى غالبه حول قضايا المخ. دعنى أذكرك أنه ما من أحد من هؤلاء الناس قد عاد إلى ما درسه فى الجامعة من علم الأعصاب، وإنما كان من الواضح أنهم جميعا مفتونون ومتمكنون من آخر ما ظهر من أنباء علوم المخ. وتحدثوا عرضا عن الناقلات العصبية و"النزعات العقلية الأخرى"؛ وكانوا يركنون عن طيب خاطر إلى ما تقدمه السيكولوجيا التطورية من تفسيرات للسلوك الذى يناقشونه؛ وتحدثوا عن دور "الموقف الميتافيزيقى" فى تطور الإيمان بالعقائد. وهم فى أثناء الحديث كله لم يتركوا جانبا أى استشهاد أو نسبة للغير. لم أستطع أن أمنع نفسى من التفكير فى أنه لو حدث وأجرى أى منهم نقاشا مشابها منذ عشرة أعوام أو عشرين عام، فإنه كان سيلقى به خارج الغرفة.

---

(٣٩) ستيفن جونسون مؤسس مجلة ويب الرائدة المسماة "فيد" وموقع ويب للجوائز Plastic. com. ومؤلف كتابى "الانبثاق" و"ثقافة واجهة التعامل". (واجهة التعامل فى لغة الكمبيوتر هى نقطة الاتصال والتفاعل بين عتاد الكمبيوتر والبرمجيات والمستخدم. المترجم)

لا أعتقد أن نظرتى العامة لهذا العشاء نظرة فيها لبس. يبدو لى أن أهم أبحاث مثيرة للاهتمام فى الحاضر هى تلك التى تحاول التجسير بين العالمين، والتى تبحث عن أوجه الاتصال بدلا من أوجه الانفصال. أعتقد أن ما يطرحه إ. أو. ويلسون فى كتابه "التوافق" هو: ليس إلحاق الإنسانيات بالعلوم وإنما نوع من بناء جسر من المفاهيم. والحقيقة أنى أود أن أقول إن معظم الأبحاث التوافقية الآن ينتجها أناس درسوا كنقاد ثقافيين، كما فى كتب مثل، "حياة النبات والرغبة" لمايكل بولان، مع ما فيه من مزج بين نيتشه وريتشارد دوكنز، أو كتاب "ألف سنة من التاريخ اللاخطى" لمانويل دى لاندا، بما فيه من توليف فريد بين ويلوز ونظرية الشواش.

أظن أنه سيلزم بناء جسور أخرى فى السنوات القادمة، إلا أن حركة المرور فوق هذه الجسور يجب أن تكون فى الاتجاهين حتى تكون التفاعلات مثمرة. من الواضح أن أتباع ما بعد الحداثة قد صدر عنهم ضجيج كثير وهم يحقرون من مزاعم العلم الإمبريقية، ولكن حتى لو ضبطنا المفاتيح ليتوقف وصول الكثير من هذا الكلام المنمق إلى الآذان، إلا أن هناك إلى حد ما البعض من تراث البنيوية وما بعد البنوية مما يشتبك فى تعشق مع التطورات الجديدة فى العلم. سأذكر هنا بعض أمثلة قليلة لا غير: المقدمات المنطقية التى فى الأساس من التفكيكية – التى تقول إن منظوماتنا الفكرية هى أساسا مما يتشكل ويتحدد بواسطة بنية اللغة – هذه المقدمات لها صداها فى فصول كثيرة من كتاب مثل كتاب "غريزة اللغة". (حاولت إقناع بينكر بهذا عندما أجريت معه لقاء منذ سنوات فى موقع مجلة "فيد"). تفترض ما بعد الحداثة وجود "إنشاء للواقع" وهذا فرض يتمشى جيدا مع فكرة الوعى كنوع من مسرح اصطناعى وليس كإدراك مباشر للأشياء فى حد ذاتها. علم الدلالات هو والبنيوية معا قد بدآ ببحث أجراه ليفى – شتراوس فى الأساطير العالمية، وهو بحث من الواضح أن له صلات عميقة بمشروع السيكولوجيا التطورية.

لى سمولين: إذا كان هناك " ما يلزم أن يقدمه للمجتمع مثقفو الثقافة الثالثة" و"الإنسانية" و"الإنسانية الجديدة " فإنه لأمر يتجاوز كثير أن يكون مجرد وجود صلة لهم بالعلم. فهم يمثلون الطليعة من حركة ثقافية واسعة لها من قبل ممثليها في مختلف مجالات العلوم، والعلوم الاجتماعية والإنسانيات. اعتقد أن أعمق خاصة مميزة لهذه الحركة الجديدة هى خاصة إبستمولوجية، لأنها تدور حول أنواع الأسئلة التى يسألها الناس وأنواع الإجابات التى يلتمسونها. وهناك ما يدل على ذلك في انبثاق أساليب جديدة من التفسير ترفض فكرة وجود " حقيقة نهائية " أزلية لا تدرك إلا ميتافيزيقا، وتؤيد بدلا منها وجود معتقدات أكثر عقلانية وأسهل في التوصل إليها. يعتمد التفسير بالأسلوب القديم على الفرض بأنه توجد حقيقة أزلية لا تتغير وراء المظاهر التى تتغير دائما. هذه الحقيقة الأزلية قد تكون وجود ميتافزيقيا، أو مبادئ للعدل والجمال، أو قد تكون القوانين النهائية للطبيعة. يرفض الأسلوب الجديد للتفسير هذه الأفكار باعتبار أنها فى النهاية لا تختلف إلا هونا عن تأملات مبهمة، حيث إن الحقيقة النهائية المزعومة غير معروفة وغير قابلة لأن تعرف. وكما أوضح سى. إس. بيرس من زمن طويل، فإن أى تفسير يرتكز على الاحتكام بوجود قوانين أزلية للطبيعة نهائية وغير متغيرة، هو تفسير لا عقلانى فى أساسه، لأنه لا يمكن أن يوجد بعده تفسير آخر للسبب فى الحفاظ على هذه القوانين بدلا من بعض قوانين أخرى. وهكذا فإنه تفسير لا يختلف منطقيا عن الاحتكام إلى عقل ميتافيزيقى.

يرفض الأسلوب الجديد للتفسير الأسطورة الأفلاطونية عن عالم أزلى للأفكار الحقيقية ويناصر فكرة أن المعرفة لا يكون لها معنى بعيدا عما يستطيع البشر إدراكه والاتفاق عليه باعتبارهم جزءا من العالم الطبيعى. وهو يرفض أيضا الأوهام المتعالية التى اعتاد العلماء حسب ما فيها أن يصوروا أنفسهم فى تأله خارج الواقع وخارج أى مجتمع، فهم يبحثون أمر كل ما هو موجود دون أن يكونوا جزءا منه. وبدلا من ذلك نجد الآن أن الكثيرين من العلماء يسعدون بأن يعتبروا أنفسهم أفرادا يعملون داخل مجتمعات من كائنات حية ويلتمسون المعرفة بالتشارك معهم فى ملاحظتهم ومناقشة أفكارهم.

وفى الوقت نفسه فإن هذا الأسلوب الجديد من التفسير يؤمن بوجود حقيقة للأشياء وأن البشر قادرون على العثور عليها. ويرفض التفسير لا غير فكرة أن الحقيقة ممكنة بسبب وجود عالم أفلاطونى متخيل من أفكار مطلقة أزلية (باعتبار أن هذه الفكرة أسطورية لاعقلانية). وبدلا من ذلك فإن هذه الحركة الجديدة تؤسس لفكرة الحقيقة ولإمكانها على أساس قدرة الإنسان على أن يحاج عقليا وفى إيمان تام بالاستناد للأدلة المشتركة، وأنه إذ يفعل ذلك يكون قادرا على الوصول إلى الاتفاق. إذا تقبلنا ذلك، فإنه يعنى تقبلنا أيضا لفكرة أن العقلانية أمر موقفى وتعددى وإذا تقبلنا فكرة أن هناك أمورا ستظهر مختلفة من وجهات النظر المختلفة، فإننا بذلك نقوى من أهمية تلك الأمور التى نستطيع الاتفاق عليها.

أحد العوامل التى أسهمت فى هذا التحول الفكرى أن صورتنا عن الكون قد تغيرت تغيرا عنيفا، بطريقة تجعل البحث عن "حقيقة نهائية " أزلية أمرا غير متماسك منطقيا. تخبرنا النسبية هى ونظرية الكم أن العلم يجب أن يتأسس على كميات علاقاتية، يكون لها صلة بالعلاقات ما بين الأشياء التى فى الكون، وأنه لا إمكان للاحتكام لأى شيء متعال أو أزلى أو غير ذلك من خارج الكون، بل إن هذا حتى لا معنى له. تخبرنا الأرصاد أننا نعيش فى كون صغير السن، كون ولد منذ زمن قصير نسبيا وظل من وقتها وهو يتطور دائما. لا يمكن أن يكون هناك أى معنى واضح ممكن لوجود قوانين فيزياء أزلية إذا كان الكون نفسه لا يزيد عمره عن بلايين معدودة من السنين.

كما أن أحد مظاهر هذا التحول الفكرى هو موقفه من الاختزالية. يستطيع كل فرد أن يوافق على أنه عندما يكون شيء ما مصنوعا من عدة أجزاء فإن من المفيد أن نشرحه بلغة من أجزائه. هذا جميل، ولكن المشكلة هى أن هناك قيد طبيعى للمدى الذى يمكن لنا به أن ننطلق فى هذا التفسير الاختزالى. الاختزالية عندما تنجح، لابد من أن تؤدى إلى تفسير بلغة من بعض مجموعة من الجسيمات والقوى الأولية. ولكن ستكون هناك عندها مشكلة، لأنه إذا كانت الجسيمات الأولية أساسية حقا، فإن خواصها لا يمكن تفسيرها بمزيد من الاحتكام للاختزالية. وبالتالى

فان هناك سؤالا يقول "ولماذا هذه الجسيمات والقوانين الأساسية وليس غيرها؟" ويجب أن تتم الإجابة عن هذا السؤال ببعض طريقة لا تكون هى نفسها اختزالية. إذا كنا نريد حقا فهما عقلانيا للسبب فى أن الأمور هى على ما هى عليه وليست على حال آخر، يجب أن نتبع مسار الاختزالية حتى نستنبط ما تكونه الأجزاء الأساسية، وبعدها، يجب أن نجد أساليب جديدة للتفسير لا تكون اختزالية.

ما إن يصل أحد العلوم إلى الحد الذى لا يمكن عنده أن تأخذنا، الاختزالية البسيطة لما هو أبعد منه، حتى يصبح لدينا ثلاث حركات نستطيع القيام بها. الأولى هى أن ننكر وجود أى أزمة فى الاختزالية ونواصل بحثا ميئوسا عن الحقيقة النهائية الأزلية. ولسوء الحظ فإن هذه هى الخاصية المميزة لبعض الأبحاث الحديثة فى الفيزياء الأساسية، وإن لم يكن ذلك بأى حال فى الفيزياء كلها. الفيزيائيون الذين يضعون أنفسهم فى انحياز مع تفسير "العوالم الكثيرة" حسب ميكانيكا الكم أو تفسير "التضخم الأزلى"، أو الذين يعتقدون أن الفيزياء النظرية على وشك أن تنتهى باكتشاف "نظرية (إم)"، هؤلاء جميعا يعملون بناء على ما يمكن تسميته بأنه الحنين الماضوى إلى المطلق. وهناك حركات مماثلة من الحنين للماضى فى مجالات أخرى.

الاستجابة الثانية هى ما يمكن أن يسمى بحركة ما بعد الحداثة. ويبدأ ذلك بإنكار فائدة الاختزالية وكذلك إنكار أهمية أى فهم عقلانى بالمرة. وينادى بأن الحقيقة ليست إلا بنائية اجتماعية. ويتم اعتناق نسبوية مطلقة. وهذا أسوأ حتى من استجابة الحنين للماضى، لأنه يقوض من صميم أسباب الأزمة ويتركنا معلقين فى ضباب عقيم، لا نستطيع من خلاله أن نتذكر حتى كيف أن التفكير العقلانى ظل مفيدا فى تحسين عالمنا سياسيا، وعلميا، وإنسانيا.

على أن هناك استجابة ثالثة تقدمية لأزمة البحث عن الحقيقة النهائية. وهى تقبل ما فى الاختزالية من أوجه قوة ومن قيود؛ وتبحث فى الانطلاق إلى ما يتجاوزها للوصول إلى نوع من التفسير الأشمل والأقوى. هناك مثل لهذه النظرية ينتمى إلى النموذج الأساسى (مثل باراديمى) وهو التطور بالانتخاب الطبيعى: وهو

يتسق مع الاختزالية وإن كان يتسامى عليها بكونه نهائيا تاريخيا ويتيح للسببية أن تنطلق فى الاتجاهين معا؛ من الأكثر تركبا إلى الأقل وبالعكس. التطور بالانتخاب الطبيعى يضفى نظاما على التنظيم الذاتى بدلا من أن يكون هناك وضع تصميم من الخارج، وهو بذلك يطرح أسلوب فهم عقلانيا فى جوهره، أسلوب فهم يتجنب أى احتكام مبهم لأسباب نهائية للأمور.

إحدى الخصائص المميزة الأخرى لهذه التفسيرات المتنورة أنها يمكن تطبيقها على منظومات بأسرها، تحوى معا أمرين هما: كل أسبابها وكل ملاحظيها. تتضمن هذه المنظومات الكاملة الكون، والمجتمعات، والإيكولوجيات. بمعنى أنه لا توجد وجهة نظر مفيدة من خارج المنظومة؛ وبدلا من ذلك فإن التوصيف والتفسير كلاهما معا تعدديان وعقلانيان، لأنهما ينبغى أن يأخذا فى الحسبان أن أى ملاحظ آخر قد يكون له موقعه داخل المنظومة. وبدلا من إنكار الموضوعية فإن هذا النوع من طريقة التناول يعقلنها، بأن يجذر الموضوعية فيما قد يلاحظ من وجهات نظر كثيرة متميزة بدلا من إحكام ملغز "لحقيقة نهائية" أو لوجهة نظر متخيلة من خارج المنظومة. وهذا يجعل ممكنا أن يوجد أمران معا، العلم - أى المعرفة دون احتكام لسلطة - والديمقراطية فى مجتمع تعددى له أعراق متعددة.

يعد هذا النوع الجديد من التفسير خاصية مميزة للكثير من البيولوجيا الحديثة، وكذلك أيضا لطرائق التناول الحديثة للنظم المركبة ذاتية التنظيم سواء كانت اقتصادية، أو اجتماعية، أو فيزيائية أو بيولوجية. تنتمى إلى هذه الفئة أيضا طرائق التناول الجديدة لأسس ميكانيكا الكم التى تسمى نظرية الكم العلاقاتية، وطرائق التناول الجديدة للتفسير فى علم الكون، مثل الانتخاب الطبيعى الكونى، وفكرة ما يقبل الملاحظة داخليا، وكونيات سرعة الضوء المتغايرة.

أعتقد أن ما أسماه جون "الثقافة الثالثة" و"الإنسانية الجديدة" يتجذر نهائيا فى هذه الطريقة العلاقاتية التعددية لتناول المعرفة. إلا أن الحد الفاصل ما بين أساليب الفكر القديمة التى تلتمس المطلقات وطريقة التناول الحديثة التعددية والعلاقاتية لا يمتد بوضوح بين العلوم والإنسانيات. الكثير من الخلافات الرئيسية

التى تبعث الآن الحيوية فى العلم هى خلافات تدور بـين متخصصـين تضـعهم نزعاتهم الفلسفية على كل من جانبى الحد الفاصل. هذا الحد الفاصل الأكبر ينعكس بوضوح فى الخلافات بين نظرية ميكانيكا الكم عن "العوامل الكثيرة " وبين طـرق التناول العلاقاتية لها، أو بين منظرى الأوتار ومنظرى الجاذبية الكمومية الحلقيـة. وهو ينعكس أيضا فى الخلافات فى نظرية التطور حـول مسـتوى وميكانزمـات الانتخاب الطبيعى، والخلافات بين علماء الكمبيوتر فيما يختص بإمكان وجود ذكاء اصطناعى قوى. وهناك فى نفس الوقت فنانون، وفلاسفة، وباحثون، ومعمـاريون، ومنظرون قانونيون كلهم يدور عملهم حول استكشاف دلالات الموقف الجديد تجـاه المعرفة. ومن بين هؤلاء منظرون قانونيون مثل روبرتو يونجر ودورسيلا كورنيل وفنانون وكتاب متباينون مثل بريان إينو وبيكو آير.

وأخيرا لابد من ذكر أن ما أسميته بأنه طريقة تناول جديدة للمعرفة، إنما هى طريقة توجد لها جذور قديمة جدا. كان ليبنز فيلسوف القرن السابع عشـر متنبهـا تماما لأن العالم منظومة من العلاقات، كما أن البراجمـاتيين الأمـريكيين (مثـل بيرس) كانوا من قبل منذ قرن كامـل يواجهـون تضـمينات الداروينيـة بشـأن الإبستمولوجيا والفلسفة عموما. (بل إن الحقيقة أن أبسط طريقة لتفرقة الإنسـانيين القدامى عن الإنسانيين الجدد هى أن نسأل عما إذا كانت كتاباتهم يبدو فيها وعـى بالطريقة التى يؤدى بها التطور الداروينى إلى أن يغير جـذريا مـن خلفيـة أداء الأبحاث الجديدة فى الفلسفة). إلا أن نظرة ليبنز عن العالم أهملت إلى حـد كبيـر لصالح مناصرة الفيزياء النيوتونية، ثم أعيد إحياء هذه النظرة فى القرن العشـرين، وفى الوقت نفسه لم يكن لدى البراجماتيين نفوذ كالتفكيكيين فى المجتمع الأكـاديمى الأمريكى. عندما يحدث أن يعتنق طلبة الدراسات العليا الإنسانية مبـادئ بيـرس وديوى بدلا من فوكيه وديريدا، وعندما يقرأون دراوين بدلا من هيجـل، عنـدها سيمكننا القول بأن الإنسانية الجديدة قد وصلت سن الرشد.

دوجلاس روشكوف:[٤٠] أخذت أفكر لاحقا فى التأثيرات الباقية للحداثة والعلم فـى الخطاب العقائدى. ربما يعتقد بعض المنظرين الثقافيين أننا فى عصر "بعد - ما بعد الحداثة"، إلا أن رجال اللاهوت عندنا مازالو يتجادلون مع ديكارت وكوبرنيكـوس وداروين وفرويد. أعمق تأثير للحداثة أننا ما عدنا نستطيع بعد أن نؤسـس سـلطة العهد القديم والجديد على التاريخ؛ فالواقع العلمى يفند أساطيرنا وغيبياتها. ها نحـن نفقد ما منحته لنا من مطلقاتنا وحسنا باليقين.

هكذا انطلقت مسيرة أتباع ما بعد الحداثة، ابتداء من جيمس جويس ووصولا إلى "محطة تليفزيون الموسيقى MTV"، وهؤلاء الأتباع يتعلمون أداء الأدوار فـى بيت المرايا، حيث يشكلون تراكيبا وأداء عن العالم تنجم عن النسبويات. وهى هكذا تجعلنا لا نحس بشبع كامل (وإنما نحس وكأنها مشروب خفيف أقل كثيرا من وجبة البليلة الساخنة التى تجعل المرء يحس فعلا بالامتلاء). حاولنا نحن منظرى الثقافـة أن نخرج بمعنى من هذا العالم من المرجعيات الذاتية، وكأن للأمر أهمية. كان مـا انتهينا إليه هو ثقافة من الفكاهات الداخلية، والسخريات، والانعزال. أصبح الانعزال يعتبر "برودا"، ثم حل مكان "البرود" نفسه الموضوعاتية. وهكذا ينطلق كل فتياننـا هنا وهناك وهم يحاكون نماذج من كتالوج كالفن كلاين، متخذين الأوضـاع فـى حياتهم لالتقاط الصور، وكأن الإنجاز الأعلى للبشرية هو أن نلتقط للمرء صـورة فوتوغرافية. فمظهر المرء فى أحد الإعلانات الإعلامية أو على لوحـة إعلانـات يمكن أن يحول هذا الشخص إلى مطلق، علامة قياس يحدد الآخرون مقياسهم هـم أنفسهم بالمقارنة إزاءها.

ولكنى أعتقد أن كل هذا "المعرض لثقافة الغرور التافه"، ابتداء مـن جـون ديديون أو توم وولف وانتهاء بدافيد سيداريس أو ديف إيجرز، قد وصـل لمنتهـى مجراه. أصبحنا نحس بالسقم من العيش فى خواء ومن أن نناضل لنبقى منعـزلين. لم يعد ممتعا أن نقرأ مجلات فيها حشد من أناس يتكلفون المعرفـة وقـد أصـاب

---

(٤٠) دوجلاس روشكوف أستاذ ثقافة الإعلام فى جامعة نيويورك، فى برنامج الاتصالات البعيدة التفاعلية. وهو مؤلف "السيبريا"؛ و"فيروس وسائل الإعلام"؛ و"الإكراه"؛ وحديثا جدا "لا شىء مقدس".

نظرهم الحول. أدركنا أن الانعزال جائزة للبلاهة. نحن نود أن نتشارك فى أمــور الحياة بطريقة لها معناها. ثم يدخل العلم. ويأتى معه روح برئ طيب من الطــراز القديم. العلم ليس بالقوة التى تفسد طبيعتنا، إنه انشداه بذهن مفتوح يعود بنا للطبيعة. هاهو يرحب بعودته مقتحما لتلك الثقافة النرجسية، لأننا أخيرا قد تعبنـــا بمـــا فيـــه الكفاية من أنفسنا تعبا يجعلنا نهتم بأى شىء حقيقى. إننا نتحرق شوقا للانطلاق من ادعاءاتنا الطنانة ونحن فى أوضاع التصوير، وشوقا لأن نستسلم لـــذلك الإحســـاس الذى يحس به الفتية وهم فى مركز إبيكوت للعلوم أو فى عرض القبـــة الســـماوية. يتدلى الفكان، وتتسع العينان، ويتفتح العقل.

بيت هت:[٤١] أتوقع أنا أيضا أن العلم سيتمكن من معالجة أى جانب من الحقيقة، فى الوقت المناسب. المشكلة الوحيدة هى أن ليس لدينا الكثير من الأفكار عما سيبدو عليه علم المستقبل هذا. ويعنى هذا أن فى وسعنا أن نفخر بمنهج العلم والنتائج التى حصلنا عليها حتى الآن، إلا أن من الأفضل لنا أن نكون متواضعين بشأن ما يزعم من أن نتائجنا الحالية تكاد تصف العالم "كما هو عليه حقيقة". هناك اتجاهان اثنان يمكن المحاجة بهما بالنسبة لهذا الموقف.

١ - محاجة من الماضى: هل نذكر كيف كان الكثيرون من قادة الفيزياء واثقين من أنفسهم قرب نهاية القرن التاسع عشر؟ بدا وقتها أن الفيزياء الأساسية قد اكتملت تقريبا، ثم وفدت فجأ نظريتا النسبية وميكانيكا الكم، لتطرحا فهما للحقيقة الفيزيائية مختلفا اختلافا هائلا. مازلنا اليوم نبدى إعجابنا بالإسهامات العظيمة التى أسهم بها أناس مثل ماكسويل وكلفن، ولكننا قد أهملنا تماما تصورهم لما يكونه العالم حقا.

٢ - محاجة من المستقبل: هيا نتصور أننا نعيش فى سنة ١٠٠٠٠٠ (هذا فى صورة متفائلة حيث الحضارة لا تدمر نفسها تدميرا كاملا). هل يكون من المعقول حقا أن ستخبرنا كتب التاريخ وقتها بأن العلم قد تنامى فى خمسمائة سنة، من جاليليو ١٦٠٠ حتى سنة ٢١٠٠، عندما تم فهم بنية الحقيقة، فى حين أن باقى السنوات بقت مجرد ٩٧٩٠٠ سنة من الهوامش؟ أجد أن هذا أمر يصعب أقصى الصعوبة تصديقه. أرى أن الأرجح هو أننا سنواصل رؤية أن "يتدلى الفكان، وتتسع العينان، وتتفتح العقول"، ولن يكون هذا فحسب فى عروض العلم الجماهيرية وإنما أيضا فى اللب من الجبهة الأمامية للعلم.

---

(٤١) بيت هت؛ أستاذ دراسات المناهج البينية فى معهد الدراسات المتقدمة فى برينستون، وهو عضو مؤسس لمعهد كيرا، وهذا المعهد مكون من مجموعة من علماء المنهج البينى يلتمسون نظره للعالم فى القرن الحادى والعشرين تحترم العلم الحديث ويكون فيها متسع له وتتأسس على الخبرة البشرية. ومن بين أنشطة المعهد مدرسة لدراسة صيفية سنوية للطلبة المتقدمين فى العلوم والمجالات التى لها علاقة بها مثل الفلسفة، والتاريخ، وسوسيولوجيا العلم.

هذا هو السبب فى أنى لا أتوقع أن يستطيع العلم أن يزودنا فى وقت سريع ببديل فعال صحيح بنظرة كاملة عن العالم. وسواءِ كنا نبحث عن رأى أخلاقى عن العالم، أو رأى إنسانى، أو عقيدى، أو روحانى، بما فى ذلك وجودنا، فإن الأمر فحسب أن العلم لم تمتد آفاقه بما يكفى لتناول هذا المبحث. سيكون المعقول أكثر أن نستخدم المنهج العلمى لغربلة المعرفة التى انحدرت علينا خلال العصور، حتى نحاول عزل ما يوجد من دوجما وزخارف ثقافية محددة، بينما نلقى الأضواء الكاشفة على ما يبدو أنه تأسس فى معظمه على أبحاث إمبريقية.

كل ما سيتم الكشف عنه بواسطة أدواتنا، فى سنة ٥٢٠٠٣ مثلا، ينطبق بالفعل على العالم الحقيقى. سيكون السؤال هو التالى، لو فكرنا فيما يكون الأفضل لعام ٥٢٠٠٣، هل ستعتبر معارفنا العلمية الحالية مفيدة فى أن تقود شئون حياة كاملة على نحو أفضل من وجهات نظرنا العقيدية والروحانية؟ لو أجرينا عملية تقطير تستقطر من هذه الوجهات للنظر ما يكون قريبا أوثق القرب من التبصرات التجريبية فى العقل البشرى، فإن ما أخمنه هو أن وجهات النظر هذه ستوفر لنا الأدوات الأكثر فائدة وذلك لبضع قرون كاملة مما سيلى.

مارك د. هاوزر: قرأت "الإنسانيون الجدد" باهتمام، ولكنى أعتقد فعلا أنك رسمت صورة كاريكاتيرية للعلماء والإنسانيين معا. لقد أقنعت نفسك بطريقة ما، بأن أهداف الإنسانيين ينبغى أن تنحاز بأكثر، انحيازا وثيقا لأهداف العلم. أعتقد أن هذا خطأ أعتقد أن المشكلة فى مقالك أنك وأنت تحاول إقامة الحجة على أن العلماء قد التهموا لأنفسهم المراتب التى طالما شغلها الإنسانيون، فإنك بذلك قد أضفيت الغموض بالفعل على قضيتين مهمتين.

النقطة المهمة الأولى تختص بما ينبغى أن يعرفه عن العالم أى مثقف يحترم نفسه. أنت تحاج بما أتفق عليه معك، بأن المرء لا يستطيع أن يكون عضوا متعلما من نوع "الهوموسابينز" إلا إذا كان له معرفة بالعلوم. وما فعله الإنسانيون الجدد كما تسميهم، أنهم فتحوا الباب على بعض ألغاز العلم بأن أتاحوا وصول هذه المعلومات للجمهور. لاشك أن من الجيد أن نجعل المعلومات متاحة. على أن أحدهم قد يحاج، كما فعلت أنا أحيانا، بأن بعض المعلومات التى نشرت بواسطة العلماء تم نشرها بطريقة يكاد يكون فيها عدم إحساس بالمسئولية على نحو ضار. ولكن هذه قصة أخرى. إذا عدنا إلى النقطة الرئيسية، فإنى أوافق بالكامل على أن المرء عندما يظل بكل أسف باقيا على جهله فى العلوم فإنه سيظل باقيا فى أحط مراتب الحياة الثقافية. على أننا يمكننا، بما يساوى ذلك، أن نتهم الكثير من العلماء بأنهم يظلون بكل أسف باقين على جهلهم بالإنسانيات. كثيرا ما أحس بالصدمة والرعب من العلماء الذين لم يقرأوا قط بعض الكلاسيكيات الأدبية، أو الذين لا يعرفون إلا القليل من التاريخ، أو يواصلون تجاهل تبصرات الفلسفة. نستطيع أن نوجه إصبع الاتهام فى الاتجاهين معا.

يأتى بنا هذا إلى النقطة الثانية، التى تدمج لسوء الحظ بالنقطة الأولى. أنت تطرح فيما يبدو أن الإنسانيات يجب أن يكون لها الأهداف نفسها، أو على الأقل أهداف مماثلة كما للعلم. وأنت تمتدح الإنسانيين الذين يفكرون مثل العلماء وتلوح منذرا بإصبع المدرس الصارم لمن لا يفعل ذلك منهم. الإنسانيات تستطيع وينبغى أن يكون لها أهداف مختلفة. ولنأخذ الفلسفة مثلا. على الرغم من أننى شخصيا لدى

انجذاب شديد للفلاسفة الإمبريقيين مثل دينيت، وفودور، وبلوك، وسنيتش، وسوبر، فإننى أستمتع أيضا بقراءة بحث فى فلسفة الأخلاق يتلاعب بالمآزق الأخلاقية المثيرة للاهتمام (الفانتازيا)، وبحث فى فلسفة اللغة يطرح ما يثير الاهتمام فى التواءات المعنى واستعارة المجاز، وبحث فى فلسفة العقل يشغل المرء فحسب ليفكر فى أمر العوالم الممكنة. الكثير من هذه المناقشات الفلسفية يتجاهل بوضوح الأبحاث الإمبريقية، لأن هذه ليست المهمة الأساسية هنا. أعتقد أن هذا ليس سيئا بأى حال. إنه أمر صحى.

هناك مجال متسع لأن يؤدى العلماء مهمتهم، وأن يؤدى الإنسانيون مهمتهم، ولأن تنشأ تفاعلات خصبة ما بين الاثنين. وأنا أوافق على أن أكثر الأراضى خصوبة تكون عند منطقة الواجهة البينية للوسطين، على أن هذه مسألة تذوق!

ثم هناك نقطتان أصغر.

١ - أنت تزعم أن العلم نظام مفتوح. أعتقد أنك فى هذا على خطأ كبير جدا. هناك قيود على العلم لها قدرها. وعلى الرغم من أن العلم قد "يتحرك للأمام" جيدا، فإنه كثيرا ما تقيده النماذج الأساسية المهيمنة وكثيرا ما يهيمن عليه أفراد لهم بوجه خاص سلطانهم. كما أن هناك أيضا قيودا أخلاقية كما دل على ذلك مؤخرا تلك المناقشات الساخنة حول استخدام المعلومات من مشروع الجينوم البشرى لاستكشاف القضايا (الطب - بيولوجية) التى لها علاقة بالخلفية العرقية.

٢ - عن العلم والمعلومات والكميات. المفارقة الواردة عن قانون مور مفارقة فاشلة فيما أرى. لم أسمع أبدا أى عالم يتكلم عن كمية المعلومات. هناك الآن بكل تأكيد عدد من الدوريات يزيد عن أى وقت فى الماضى، ولكنا نشكو من الجهد فى ملاحقتها. ولكنى أفضل أن أنظر إلى تغير العلم باعتباره دالة لأفكار راديكالية جديدة تفتح الأبواب للنظر فى المشاكل بطرائق جديدة مثيرة، بما يتنافى مع مجرد اكتساب لمعلومات جديدة. كل تحول إلى نموذج أساسى جديد

يغير فى قواعد اللعبة. من المؤكد أن هناك تزايدا فـــى المعلومـــات. ولكنهـــا معلومات جديدة تسترشد بالنموذج الأساسى الجديد الذى أصبح مثيرا للاهتمام. عندما أضاء لنا داروين برق صاعقته الحدسية، جعل الناس يـــدورون علـــى أنفسهم وأدى بهم إلى أن ينظروا إلى المشاكل فى ضوء جديد. نعم، أدى هـــذا إلى مزيد من المعلومات، ولكن الكمية هنا لم تكن هى القضية. وبالمثل، فـــإن نعوم شومسكى عندما أضاء لنا ببرق صاعقته الحدسية بنية اللغة، فإن هذا ولد كما هائلا من مجموعات البيانات عن أوجه التماثل بين اللغات. ولكنـــه وفـــر أيضا بصورة نقدية طريقة جديدة للبحث فى المعلومات الجديدة؛ ومرة أخـــرى لم تكن الكمية هى القضية.

ميهالى، سيكزنتميهالى:[٤٢] جون، أنا أشاركك بالفعل فى نفاذ صبرى نفـاذا يكـاد يكون نكدا فيما يختص بما يوافق عليه كمنح دراسـية فـى الإنسـانيات والعلـوم الاجتماعية. لا يعد من المناظر الجميلة ما نراه فى هذا الأمر من انعزال عن سائر العالم، وتأمل بلا فعل، وتأرجحات حسب هوس ما يسود من الصرعات، وما يوجد من الزمر الحميمة بالاستيلاد الداخلى. ولكن هل يرجع هذا الموقف إلى انحـراف الإنسانيين، أو أنه مرض مؤقت حدث الآن فى التو ليصيب الإنسانيات؟ أنت فيمـا يبدو تلقى باللوم غالبا على الأفراد المشاركين، فى حين أنى كنت آمـل أن تكـون المشكلة قابعة فى الطريقة التى مورست بها الإنسانيات فـى الأجيـال المعـدودة الماضية.

المهمة التى توكل للعلوم هى أن تستكشف، وتكتشف، وتخلق طرائق جديـدة للنظر إلى العالم وطرائق جديدة للتحكم فى العمليات الفيزيائية. بعض هذه الطرائق سيكون مفيدا للبشرية؛ إلا أن بعضها قد يكون فيه هلاكنا، مثل الفضلات النوويـة، وغازات بيت النباتات (الصوبة) والتغيرات الوراثية. ولكن حيث إن كل ثقافة تنزع (أولا، وثانيا، وثالثا...) إلى الهيمنة، وتعلى من قيمة الدوجما، فإننا لهذا السبب لابد من أن ندعى أن العلم نعمة خالصة. وفى الوقت نفسه، فإن من الحقيقى كما تقول، أن متابعة العلم هو والتكنولوجيا، ابنته الجنسوية فيها متعة كثيرة لمن يشاركون فى المطاردة.

أما الإنسانيات، فنحن نتوقع منها شيئا مختلفا. وهذا الشىء ليس بإنتـاج بـدع جديدة وإنما هو الانتخاب، تقييم ما يكون مهما، وله معناه (هل أتجرأ لأقـول معنـاه الخير؟) ثم بعدها تمرير الانجازات البشرية المنتخبة إلى الجيل التالى؛ ثم الجيل الذى يليه. وهكذا فإن دور الإنسانيات دور محافظ، يصنع جسرا بين الحاضر والمسـتقبل، مع نظرة إلى الماضى. وكما تعرف فإنه لا يمكن وجود تطور دون ميكانزم لمسـح

---

(٤٢) ميهالى سيكزنتميهالى، الرئيس السابق لقسم علم النفس بجامعة شيكاغو، وهو الآن أستاذ كرسى دافيد سون للإدارة فى جامعة كليرمونت. وهو مؤلف كتب "التدفق"؛ و"العثور علـى التـدفق"؛ و"الـذات المتطورة"؛ و"الإبداع"؛ و"تجاوز الملل والقلق"، و"الأشغال المالية البارعة".

يفرز البدع الجديدة التى تحسن الحياة عن البدع الأدنى: إنتاج الجديد وحده لا يـؤدى إلى تغير تكيفى. المساعدة على هذه العملية ينبغى أن تكون دور الإنسانيات.

لاشك فى أن الإنسانيات عموما قد تخلت عن هذه المهمة. لماذا؟ يوجد بكـل تأكيد أسباب كثيرة، إلا أن أحد الأسباب الرئيسية هو أن المعايير نفسها التى تجعـل للعلم معناه قد طبقت على الإنسانيات. مساعدو الأساتذة فى الفلسفة أو الإنجليزية يتم التعاقد معهم وترقيتهم على أساس "أصالة" إسهاماتهم، وهذا أمر يجبرهم علـى أن ينتجوا ما يعد دائما أنه الأطرف من بدع جديدة بدلا من أن يمعنوا التفكير فيما هـو قيم ودائم. لا يكافأ الباحثون الشبان على أنهم إنسانيون بـارعون وإنمـا يكـافئون لتطبيقهم طريقة تناول حسب مبدأ "استكشاف، اكتشـاف، خلـق" يطبقونهـا علـى النصوص فى محاكاة سطحية للعلوم. إذا كان هناك لوم نخص به شيئا، فهو أن نلوم ما حدث مؤخرا من نجاح للعلوم ساعد على تآكل تفرد الإنسانيات.

مجالات الإنسانيات أصبحت واقعة فى مشكلة. إلا أن التمميز بين "العلمـاء" و"الإنسانيين " يجرى بدرجة أقل من التمييز بين البنى المؤسسـية ونظـم العائـد الاجتماعى التى يعمل من داخلها أفراد الجماعتين. وكما سجلت أنـت يوجـد الآن إنسانيون يفكرون مثل العلماء. ولعل من الحقيقى أيضا أن عدد العلماء ذوى النزعة المحلية فى نظرتهم، والذين يتجاهلون الدلالات الطويلة المدى لأبحاثهم، ويزدرون أى واحد خارج دائرتهم، عددهم هذا هو على الأقل كبير مثـل عـدد الإنسـانيين الجهولين. والفرق هو أن العلماء يؤدون مهنة تضعها الأغلبية موضع التقدير، بيمنا الإنسانيون ليسوا كذلك.

الحل الذى أطرحه لهذه المشكلة هو حل مضاد فى بعض سبله لحلك أنـت: تحتاج الإنسانيات إلى أن نعيد اكتشاف مهمتها الحقيقية وأن نتمسك بها. هذا ولا شك يعنى بالفعل أن الإنسانى حتى يقيم، وينتخب، ويمرر المعرفة القيمة، عليه أن يكون له دراية بمنتجات العلم وأن يفهم دلالاتها. ربما لم يعد ممكنا بعد للفنان أن يكـون فى الجبهة الأمامية للعلم بمثل ما كان عليه ليوناردو، ولكن انعزال كلا المعسكرين أمر يجب أن يقل حجمه. عندما يكون هناك ذخيرة معرفيـة مشـتركة، يسـتطيع المسعيان عندها أن يواصلا السير تجاه أهداف كل منهما.

دنيس دتون:[٤٣] قد يكون من الأمور المغرية أن نعتبر أنه لا جديد في انتصار إنسانييك الجدد على الدراسات الفاسدة التى أصبحت تعد من الإنسانيات الأكاديمية فى الجيل الأخير. إلا أن أطروحتك تحتاج إلى إعادة وإحكام صياغتها. وهى أطروحة تمس وترا حساسا، ليس بأقله ما فى حديثك عن الطريقة التى تمت بها صياغة ومثوبة حيوات مهنية بأكملها فى القرن الماضى، والطريقة التى ستنفذ بها المتابعة المنظمة للمعرفة فى القرن التالى.

لن نستطيع أن نعين هدف ما يعمل "لأجله " الإنسانيون الجدد دون أن يكون لدينا بعض فكرة عما يقفون "ضده". الإنسانيات كفروع معرفة أكاديمية قد وصلت إلى طريق مسدود، خاصة فى دراسات الثقافة والفنون. لو أنها كانت تحتضر، لكان ذلك سيئا بما يكفى، ولكنها صارت مصدرا عاما للإضحاك. أصبح الآن الاجتماع السنوى لجمعية اللغة الحديثة هدفا تقليديا للصحفيين الحاذقين الذين يترقبونه ليفرغوا شحنته من التعالى والسخافة، حيث تسود رطانة تثير الضحكات، وتحل التحيزات السياسية مكان البصيرة الجمالية فيما كان يسمى عادة على نحو متواضع بأنه النقد الأدبى.

هناك أسباب اجتماعية لانشقاق الإنسانيات التقليدية عن سائر الفكر المبدع المنتج، وهى أسباب مركبة. كل من يدرس فى الجامعة يعرف مدى الصعوبة فى محاولة جعل الطلبة يقرأون الأعمال الروائية الطويلة التى كان من المعتاد أن تكون الأجزاء المحورية من مقرر أقسام اللغة الإنجليزية والأدب. سيكون من الأسهل أن تعاد تسمية أحد المجالات بأنه " دراسات ثقافية " ليبدأ الطلبة فى التفرج على الأفلام السينمائية والحلقات التليفزيونية من نوع أوبرات الصابون[٤٤]. تتطلب ضحالة مناقشات الثقافة الشعبية أن تكتسى برطانة لا يمكن اختراقها. وفى حين أنه ما من

---

(٤٣) دنيس دتون، فيلسوف، ومؤسس ومحرر موقع للنشر على ويب له اعتبار كبير واسم الموقع Arts & Letters Daily (يومية الفن والآداب) (aldaily.com). يدرس دتون فلسفة الفن فى جامعة كانتربرى فى نيوزلندا، ويكتب كثيرا عن الجماليات، كما أنه محرر مجلة "الفلسفة والأدب".

(٤٤) حلقات إذاعية أو تليفزيونية تافهة فنيا وتذاع يوميا فى النهار لتسلية ربات البيوت فى أثناء عملهن. وتعود التسمية إلى أن شركات الصابون كانت ترعى تقديم هذه المسلسلات. (المترجم)

أحد ينكر الحاجة إلى مفردات تكنيكية فى علم الوراثة، أو علم الأعصاب، أو الفيزياء، إلا أن الرطانة التى نلقاها فى الدراسات الثقافية الأكاديمية أصبحت كستار دخان يحجب التفكير، كالملبس المختار للإمبراطور. (٤٥)

تحاول الإنسانيات باتخاذها للرطانة أن تقلد العلوم تقليد القرود دون أن تستوعب الطبيعة الفعلية للتفكير العلمى. يرفض الإنسانيون فى جوانب أخرى رفضا تاما النموذج العلمى، وهم يفعلون ذلك عن وعى وبطريقة دوجماتية. أيا كان الحال، فإن النتيجة كما تقول، أن المؤسسات الأكاديمية للإنسانيات قد "همشت أنفسها بحيث لم تعد بعد داخل أى نطاق للفعل". هكذا تحولت عبارة إ. م. فورستر الشهيرة "لنتصل لا غير" وأصبحت شعارا مضللا للكثير من البحث الأكاديمى فى الإنسانيات. وهى مضللة لأن التفكير المفيد ينجز ما هو أكثر كثيرا من مجرد "التفكير لا غير" اتصال أى شىء بأى شىء آخر. أما فى العلم فإن صنع الصلات أمر فيه استخدام الملاحظة للكشف عن الميكانزمات التى تقبع فى الأساس من الخبرة وتنتجها: وهذا يعنى إهمال بعض فئات من الصلات (طالع نجمى وشخصيتى) والتحليل العميق لصلات أخرى (تركيبى الوراثى ولون عينى). تتقدم العلوم باستخدام التجربة والملاحظة لنتعلم ما تكونه الصلات التى تستحق دراستها وأيها تكون دراسته بلا فائدة.

شعبية انتشار التفكيكية كمنهج إنسانى سببها أنها تتيح إطلاق العنان لعقلية من نوع (لنتصل لا غير). وحيث إن الصلات تكون بين الكلمات والأفكار، فإن الإنسانيات يتم صنعها هكذا فى منظومة مغلقة تكون فيها كل صلة ممكنة وصادقة، سواء كانت رمزية، أو استعارية، ومهما كانت غرابة أمرها. وهذه المنظومة تكون منغلقة بالنسبة لكل ما هو خارجى من التنظيمات أو القيود: والحقيقة أن أى شىء يكون ممكنا بالفعل. وإذن فأنت مصيب عندما تقول إن الإنسانيات الأدبية أصبحت

---

(٤٥) إشارة إلى قصة هانز كريستيان أندرسون المشهورة عن الإمبراطور الذى خدعه محتالان زعما له أنهما سيلبسانه ثيابا لا يراها إلا الأذكياء، وسارا به عاريا والكل يخشى أن يقول ذلك حتى لا يتهم بالغباء. (المترجم)

ذاتية المرجعية: ليس فحسب بمعنى أنها ترجع دائما لتاريخها الخاص بها، وإنما لأنها أيضا لا يتم تفحصها حسب أى معيار خارجى من الواقع. ومن هنا لا يقتصر الأمـر على أن يتدفق الخواء (وبالتالى صنع الرطانة) وإنما يتدفق أيضا الاحتكـام الممـل للسلطة (تحل مراجع أسقطت أسماؤها مكان المحاجة فى البحث) والحفز على تسييس المسائل (فلنعثر على الضحية، ونحدد اسم المعتدى) من أجل إضفاء الأهمية عليها.

وفى حين تنطلق "سنوات التنظير" فى الإنسـانيات وكأنهـا ألعـاب ناريـة رخيصة تفرقع وتلفت الأنظار، فإن الإنسانيين الجدد عندك يطرحون فعـلا وحقـا إحياء الفكر المنتج المبدع لدى أى شخص يريد أن يفهم فهما أفضل طبيعة الجـنس البشرى. العلم من النوع الذى تناصره يدعم كيانه على أساس واقع يوجد مسـتقلا: الكون الفيزيائى والبيولوجى (المتطور) بما هو عليه، مستقلا عن الإرادة البشـرية، بما فى ذلك التفكير بالتمنى عند الأساتذة الإنجليز. من اللازم، حتى ونحن نتعامـل مع الإنجازات التقليدية الاجتماعية والثقافية فى التاريخ البشرى، من اللازم ألا نقع فى أسر وجهة النظر "البنائية الاجتماعية" عن العالم البشرى. من الحقائق التاريخية أن البشر قد وجدوا ما لا يحصى مـن الطرائـق لبنـاء تنظيمـاتهم الاجتماعيـة والسياسية، وطرقا لانهائية للتعبير عن أنفسهم فنيا. ويساوى ذلك كحقيقة أن التاريخ والأنثروبولوجيا كلاهما يكشف عن وجود نزعات بشرية كليـة فـى المجتمعـات والفنون، وأن الكشف عن هذه الكليات ليس مجرد بناء اجتماعى آخر وإنما فيه من حيث المبدأ وضع معرفى يكافئ ما يحدث من اكتشافات فى علم الفلك أو الوراثـة. قد يكون إحصاء ما للإنسان من قيم ونزعات كلية أصعب من إحصاء الكواكـب، ولكن هذا لا يعنى أنه بلا فائدة أو أنه مستحيل.

نعم، ثمة شىء جديد فى الجو، وذلك بعد مرور جيلين أو ثلاثـة أجيـال مـن الدراسات الإنسانية التى أوقعت نفسها إلى الأرض. وأنت تسمى هـذا الشـىء بأنـه "بيولوجيا واقعية للعقل". هذه نظره للبشرية تأخذ أفضل ما فـى الفيزيـاء، والكيميـاء الحيوية، والأبحاث والنظريات التطورية، والوراثيات، والأنثروبولوجيـا، بـل وحتـى الفلسفة الصارمة، إنها تتوق بشدة إلـى العثـور علـى أسـاس تجريبـى وإمبريقـى لاستنتاجاتها العامة. إنها بصراحة نظرة مثيرة. وأفضل ما فى الأمر أنها بدأت فى التو.

دانييل سي. دينيت: يسعدني أن أنضم إلى رقصة نصر الثقافة الثالثة، وأنا أوافق على معظم ما قلته في مقالك، ولكني أيضا أشارك في بعض هواجس الارتياب التي عبرت عنها وأود أن أضيف لها هواجس قليلة تخصني.

كما يلح عليك نيك همفري فإنك ينبغي أن تتخلى عن مخاوفك. فأنت قد فزت. أو نحن قد فزنا. وكما هو معتاد، فإن هناك خطرا من تشتت المكاسب وتجاهل بعض المشاكل التي خلفها النصر أو تسبب في تفاقمها. وكما يلاحظ ميهالي سكزنتميهالي، فإن الكثير من مشاكل الإنسانيات في هذه الأيام ترجع إلى حسدها للعلم حسدا في غير موضعه، وإلى محاولات مشبوهة لجعل الإنسانيات أكثر شبها بالعلوم الطبيعية. ومقالك كما يقول مارك هاوزر يحوي بالفعل بعض صور كاريكاتورية فيها نزعة تهنئة للذات.

على عكس ما تقول، فإنه "توجد" "نظم" و"مدارس" في العلم، هي في كل جزء منها تقمع ما تعده هرطقة بلا رحمة بما يماثل نظائرها في الإنسانيات. يزخر العلم بما يقر بصحته من مبادئ ونصوص سلطوية لو تشكك المرء فيها لتعرض لخطر وصمه بالحمق أو ما هو أسوأ، وسنجد أنه إزاء كل باحث شاب في الإنسانيات يكتب هراء صيغ في قالب من صرعة سائدة يدور حول أحد من يتصفون بحق بالغموض من شاعر أو ناقد أو غيرهم، سنجد أنه إزاء كل شاب واحد من هؤلاء الإنسانيين هناك العديد من شباب العلماء الذين يكتبون بلا حرج في العلم وكأنهم يكتبون وصفات للطهي، فيملأون فراغات جداول لبيانات لن يهتم أحد قط بالرجوع إليها. قيل لي إنه حسب قانون سترجيون يكون ٩٥٪ من كل شيء هراء، وفي حين أني أميل إلى أن أعدل هذه النسبة لما يقرب من ٥٠ في المائة (أظنني مفرط في طيبتي) إلا أنه في حدود ما أعرفه فإن النسبة المئوية، أيا ما تبلغه، لن تكون في علم الأعصاب أقل كثيرا مما تكونه في نظرية أدبية. دعنا لا نرتكب خطأ مقارنة بعض أفضل الأمثلة في أحد الجانبين ببعض من أسوأها في الجانب الآخر. لو اتبعنا قاعدة "هب" – بأنه إذا كان الأمر غير جديد بأدائه، فإنه غير جدير بحسن أدائه – فإنها يمكن أن تؤدي إلى استبعاد الكثيرين من العلماء من

عملهم هم وزملائهم فى الإنسانيات الذين يؤدون أعمالا تافهة بــدلا مــن بقــائهم عاطلين.

هذا شارع باتجاهين. وكمثل، فإنه عندما يقرر العلماء "حسم" الأسئلة الصعبة فى الأخلاقيات والمغزى، فإنهم عادة ينتهون إلى أن يجعلوا أنفسهم مــن الحمقــى، وذلك لسبب بسيط: أنهم وإن كانوا أذكياء إلا أنهم جهلة. عندما ينفق الفلاسفة الكثير من وقتهم وجهدهم وهم يقلبون تربة تاريخ حقلهم، فإن سبب ذلك أن تاريخ الفلســفة يتكون فى جزء كبير منه من "أخطاء مغوية إغواء شديدا جدا"، والطريقة الوحيــدة لتجنب الوقوع فيها مرة بعد الأخرى هى أن ندرس كيف وقع المفكرون العظمــاء فى الماضى فى شباكها. عندما يظن العلماء أن معرفتهم العلمية الحديثــة تجعلهــم محصنين ضد الأوهام التى أوقعت بأرسطو وهيوم وكانت وغيرهم فى صــعوبات من هذا النوع، سيضمن هؤلاء العلماء بذلك حاجتهم لهزة عنيفة لإيقاظهم.

هوارد رينجولد:[٤٦] حيث إن الفروض العلمية يجب أن تكون قابلة للاختبار، وحيث إن أسئلة الإنسانية عندما توضع إزاء العلم يصل الأمر إلى التساؤل عن كيفية تأثير هاتين الطريقتين للمعرفة فى حياتنا، لهذا فإنى أطرح اختبارا لدور الفهم العلمى فى شئون البشر: هل يستطيع العلم أن يحسن حياة معظم البشر الأحياء الآن، وكـذلك حياة ورثتنا، عن طريق فهم طبيعة التعاون فهما عميقا يماثل فهم الفيزيائيين للمادة وفهم البيولوجيين لعمليات الحياة والتطور؟

أظن أن هذا السؤال، من فوق كل الأسئلة الأخرى، إذا لم تتم الإجابة عنـه سريعا بطريقة ما، فإن كل الأسئلة الأخرى ستصبح على الأرجح بلا أهميـة. بـل وحتى لو اتفقنا على وفود مفردة تكنولوجية بعد عدة عقود من الآن بـالنمط الـذى يقول به فيرنور فينج وراى كيرزويل، فمن من بيننا الآن ليس لديه علـى الأقـل بعض شك معقول فى أن ذكاء الماكينة سينضج بالسرعة الكافية لأن يتولى الأمور بالسرعة الكافية لأن يمنع الذكاء البشرى من أن يهزم نفسه حتى الموت بواسـطة مخلوقاته هو نفسه؟

أطرح هذا السؤال كسؤال علمى وليس كسؤال فلسفى. لاريب فى أن محاولة تطبيق المناهج العلمية على الأنفس، والمجتمعات، والأسـواق، والمـدنيات هـى محاولات أقل نجاحا حتى وقتنا هذا من نجاح المجسات العلمية عن طبيعة الكـون، والمادة، والحياة نفسها. هل يعنى هذا أن التعاون وهو العنصر الأساسـى للخيـر الجموعى البشرى، تكون ذرته أو حمض الدنا فيه، هما لا غير أشـياء مراوغـة أزليا، ربما ببعض معنى هايزنبرجى / يودلى/ زنى؟ أو أن هذا يعنى أن المعرفـة العلمية الحالية عن التعاون والخلاف البشرى مازالت غيـر وافيـة؟ هـذا سـؤال رئيسى، لأننا نعرف أن العلم تحرك بالفعل بما يتجاوز تفهماتنا العتيقة غير الوافيـة للعالم الفيزيقى وذلك عندما انبثقت "المناهج الجديدة " للبحث العقلانى الإمبريقى فى أبحاث ديكارت، ونيوتن، وجاليليو، وبيكون منذ قرون من السنين. هل يكون سلوك

(٤٦) هوارد رينجولد، منظر فى الاتصالات؛ من بين كتبه "المجتمع الخائلى" و"الجماهير الذكية".

الإنسان اجتماعيا أمرا يتجاوز فهم العلم، أو أن العلم ببساطة مازال غير قادر على اللحاق به؟

ليس من الضرورى أن نقدم الحجج لكل من يتابع أحداث العالم بأننا فى حاجة ملحة لبعض طريقة جديدة فى التفكير لحل مشاكل الإبادة العرقية، وشن الحرب، والإرهاب، والجريمة، والاغتصاب، والصراعات البشرية العنيفة من كل المقاييس. ظل الحديث عن هذا الجانب من الطبيعة البشرية يقع تقليديا داخل نطاق الإنسانيات. أيا ما كان الحال، هل يستطيع أى عالم أن يقول واثقا إن هذه الأسئلة ستظل للأبد أسئلة تتجاوز نطاق البحث العلمى؟ تلكأت الأبحاث عن طبيعة المرض طوال قرون وهى تتسكع فى خرافات ونظريات لا دعم لها. وعندما مكنتنا البصريات والتجريب من أن نعرف نظرية الجراثيم للأمراض، أدى اكتشاف وتطبيق المعرفة العلمية إلى التخفيف مباشرة من معاناة البشر.

هناك بعض خصائص عامة للتعاون بين الكائنات الحية عموما، والبشر خصوصا، قد انبثقت عن تجارب بيولوجية واقتصادية استخدمت نظرية المباراة والنظريات الاجتماعية – البيولوجية لتفسير سلوك الكائنات الحية. استخدمت محاكيات الكمبيوتر لمأزق سجين المتاهة وغيره من مباريات المنافع الجماهيرية كما طبقت مباريات المنافع الجماهيرية على موضوعات بشرية، وقد أخذ هذا كله يمدنا بأول أجزاء فى حل أحجية طريقة تطور التعاون حتى وصل إلى ما هو عليه الآن، وأهم شيء أنه يمدنا بتلميحات صغيرة عن الطريقة التى ربما سيستمر بها تطوره فى المستقبل. أجريت دراسات اجتماعية عن الطريقة التى نجحت بها بعض الجماعات فى تناول الموارد المشتركة، وأضاءت لنا هذه الدراسات القليل من الخصائص العامة للجماعات المتعاونة. أثبتت الدارسات الاقتصادية الحديثة عن التسويق "على الخط" مدى ما يوجد من قوة فى نظم خلق الشهرة. تمدنا تحاليل الشبكة الاجتماعية، والاقتصادية التجريبية، ونظرية نظم التكيف المركبة، كلها تمدنا بأدلة تتعلق بالأمر. أصبح تطور التعاون الاجتماعى، بمساعدة وتحريض من تطور التكنولوجيات، موضوعا (للنظريات – الفوقية) للتطور الاجتماعى.

مازال من غير المفهوم لنا إلى حد كبير كل تلك الأحجية عن كيف أن مجموعات من أحجام مختلفة تتفق على التعاون، وعن سبب وطريقة انهيار التعاون، وكيف ينبثق الصراع، ويزداد شدة، ويحل. إلا أنه قد بدأت تتلاءم معا أجزاء لحل الأحجية من عشرات من أفرع المعرفة المختلفة، كاشفة بذلك عن أنماط أكبر. ربما يكون جزء من عدم الفهم حاليا نابعا من طبيعة أبحاث العلم المتخصص: البيولوجيون والاقتصاديون، وعلماء النفس، والاجتماع، والأنثروبولوجيا، وعلماء الكمبيوتر، ومنظرى المباريات، وعلماء السياسة، كلهم بدأوا حديثا فقط يظنون أنهم يمسكون بأجزاء من الأحجية نفسها. استغرق الأمر بعض الوقت حتى يدرك من يدرسون التعاون، والشهرة، والصراع حاجتهم إلى التركيب بمنهج بينى.

الفرص العملية لهذا الاختبار المقترح لقدرة العلم على أن يفعل ما حاولت الإنسانيات أن تفعله طيلة قرون، فرص تعتمد على ما إذا كان أحدهم سوف ينظم الموارد ويستثير الدافع التنظيمى لبذل جهد لفهم التعاون يكون جهدا بأقوى درجة وبمنهج بينى متقاطع. لا يوجد حاليا بنية تنظيمية أو اقتصادية لدعم برنامج تعاونى دعما يماثل دعم برنامج أبوللو، وذلك بخلاف برامج المعرفة التى قد تؤدى إلى أسلحة جديدة، أو وسائل إعلام جديدة، أو أدوية جديدة. بل وحتى مع وجود أفضل الجهود تنظيما وتمويلا، فإن هذا لا يمكن أن يضمن لنا وجود الإجابة، أو أن الأمر لن يستغرق قرنا لاكتشافها. قد يكون، أو لا يكون، فى نتائج هذا الفشل نهاية لكل الثقافات، ولكن لو أن البحث العلمى نجح بالفعل فى توضيح طبيعة وديناميات التعاون الاجتماعى، سيكون قد أثبت تفوقه كطريقة للمعرفة تستطيع أن تحسن طريقة حياة معظم الناس. شفاء الأمراض كان رائعا. وشفاء الصراعات سيكون فيه البرهان.

كريس أندرسون:[٤٧] أول كل شيء، فإن الفيلسوف فى داخلى يعتقد أن هناك بعض بلبلة لغوية تتسرب إلى هذا النقاش. يبدو أن مارك هاوزر وميهالى سيكزنتميهالى كلاهما يجعلان لمقالك خاصة مميزة فى أنه يناصر قضية "العلماء" ضد "الإنسانيين". ولكنى أعتقد فى الحقيقة أنك تحاج بأن علماء الثقافة الثالثة قد انضم إليهم الآن مفكرون متنورون جدد من الإنسانيات وأنهم والعلماء معا يستطيعون أن يزعموا لأنفسهم الحق فى مصطلح "الإنسانيين".

وبالتالى فإن لدى سؤالين.

١ - هل أنت واثق من أنك تريد استخدام مصطلح "الإنسانى" كراية نتحد تحت لوائها؟ ألقى ريتشارد دوكنز ٢٠٠٢ محاضرة خلافية فى "تيد" أشار فيها إلى أن هناك نوعا من مذهب متعصب للنوع Species - ism متأصل فى المصطلح ويسرى ضد بعض من أعمق تبصرات ثورة الثقافة الثالثة... من حيث إننا مخصوصون، ولكننا نظل مجرد جزء من عملية تطورية أكبر كثيرا، ومركبة بدرجة تهول العقل كثيرا، وهذه العملية (بكلماتك أنت) مازالت فى طور مبكر. راية دوكنز المفضلة التى تنكر الميتافيزيقا لها مشاكلها الخاصة. (لماذا نستخدم ما هو سلبى لتعريف ما هو إيجابى بعمق؟) إذا كان الهدف هو إشارة مرجعية إلى مايكل أنجلو وليوناردو دافنشى، فماذا عن "مفكرى النهضة"؟ الواقع أن هذا سيكون فيه صيغة عظيمة تتيح لك مناقشة البدائل. "عقلانى"؟ "كلى؟" ستجد الكثير من المتاع التاريخى أينما حولت البصر.

٢ - إلى أى مدى تستطيع هذه الثورة أن تمضى دون أن يوفر "الإنسانيون" شيئا ما يحل مكان العقيدة؟ دعنا نفترض أنه سيثبت فى النهاية أن غريزة العقيدة وما يترتب عليها من سلوك جماعى عقائدى كلها تظل جزءا من نوعنا منذ بدأت

---

(٤٧) كريس أندرسون، تأهل كفيلسوف، وهو الرئيس والمضيف لمؤتمر تيد TED (اختصار التكنولوجيا والتسلية والتصميم) ويعقد هذا المؤتمر فى كل شهر فبراير فى مونتيرى بكاليفورنيا.

نشأة الوعى؟ سنجد عندها أن ما يفترضه بعض العلماء من أن الإطار العقلى الجديد الذى وفروه معناه أنه يمكن نبذ العقيدة، هو فرض قد يكون على درجة من الخطأ تماثل خطأ الاعتقاد الذى يكذب الآن من أن الثقافات تستطيع ببساطة أن تعيد اختراع المعايير الجنسية والأخلاقية. لعل الأمر أن معظم المجتمعات تحتاج لا غير للتعبير العقيدى كجزء من كينونة الإنسان. الأمر المثير للاهتمام أن العلم، أو على الأقل ما يكشف العلم عنه من عالم غامض يأخذ بالأنفـــاس، فيه إمكانية للقدرة على القيام بهذا الدور. وكما يقول دوجـــلاس روشـــكوف، "يتدلى الفكان، وتتسع العينان، ويتفتح العقل" إلا أنه حتى الآن فإن هـــذا أمـــر يمارسه نمطيا الفرد وحده. لا يوجد موضع يجرى فيه احتفال جماعى بلغـــز كوكبنا وكوننا. الفكرة فى صميمها تبدو مثيرة للارتباك. على أنه حتـــى مـــن غير الممارسة الجماعية، من الممكن أن تكون الجاذبية السيكولوجية للكنيســـة والجامع والمعبد أقوى إلى حد بالغ من تلك الثورة التـــى تعتقـــد دائمـــا أنهـــا ستصبح أكثر من إيمان للأقلية المتنورة. يتساءل هوارد رينجولد عما إذا كان يمكن للعلم أن يحل مشكلة "التعاون". هذا سؤال مفتاح. ولكن ما هو أهم منه قد يكون التساؤل عما إذا كان يمكن للعلم بأى حال أن "يلهم" بالتعاون.

قراءات مقترحة

JOHN BROCKMAN

The Next Fifty Years: Science in the First Half of the Twenty-First Century (Vintage, 2002)

The Third Culture: Beyond the Scientific Revolution (Simon & Schuster, 1995)

RODNEY BROOKS

Flesh and Machines: How Robots Will Change Us (Pantheon Books, 2002)

ANDY CLARK

Natural-Born Cyborgs: Why Minds and Technologies Are Made to Merge (Oxford University Press, 2003)

Being There: Putting Brain, Body, and World Together Again (MIT Press, 1997)

HELENA CRONIN

The Ant and the Peacock: Altruism and Sexual Selection from Darwin to Today (Cambridge University Press, 1992)

DANIEL C. DENNETT

Freedom Evolves (Viking, 2003)

Kinds of Minds: Toward an Understanding of Consciousness (Basic Books, Science Masters series, 1996)

Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life (Simon & Schuster, 1995)

Consciousness Explained (Little, Brown, 1991)

DAVID DEUTSCH

The Fabric of Reality: The Science of Parallel Universes—and Its Implications (Penguin USA, 1998)

JARED DIAMOND

Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies (W. W. Norton, 1999)

Why Is Sex Fun? The Evolution of Human Sexuality (Basic Books, Science Masters series, 1997)

The Third Chimpanzee: The Evolution and Future of the Human Animal (HarperCollins, 1992)

DAVID GELERNTER

1939: The Lost World of the Fair (Free Press, 1999)

Machine Beauty: Elegance and the Heart of Technology (Basic Books, Master Minds series, 1998)

Drawing a Life: Surviving the Unabomber (Free Press, 1997)

The Muse in the Machine: Computerizing the Poetry of Human Thought (Free Press, 1994)

Mirror Worlds: Or the Day Software Puts the Universe in a Shoebox—How It Will Happen and What It Will Mean (Oxford University Press, 1991)

ALAN GUTH

The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins (Perseus, 1997)

MARC D. HAUSER

Wild Minds: What Animals Really Think (Henry Holt, 2000)

STEPHEN M. KOSSLYN

Psychology: The Brain, the Person, the World (with Robin S. Rosenberg) (Allyn & Bacon, 2000)

Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate (MIT Press, 1994)

Wet Mind: The New Cognitive Neuroscience (Free Press, 1992)

RAY KURZWEIL

The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence (Viking, 1999)

The Age of Intelligent Machines (MIT Press, 1992)

JOSEPH LEDOUX

Synaptic Self: How Our Brains Become Who We Are (Viking, 2002)

The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life (Simon & Schuster, 1996)

MARVIN MINSKY
The Society of Mind (Simon & Schuster, 1987)

HANS MORAVEC
Robot: Mere Machine to Transcendent Mind (Oxford University Press, 1998)
Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence (Harvard University Press, 1988)

STEVEN PINKER
The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature (Viking, 2002)
Words and Rules: The Ingredients of Language (Basic Books, Science Masters series, 1999)
How the Mind Works (W. W. Norton, 1997)
The Language Instinct: How the Mind Creates Language (William Morrow, 1994)

MARTIN REES
Our Final Hour: A Scientist's Warning: How Terror, Error, and Environmental Disaster Threaten Humankind's Future In This Century—On Earth and Beyond (Basic Books, 2003)
Our Cosmic Habitat (Princeton University Press, 2001)
Just Six Numbers: The Deep Forces That Shape the Universe (Basic Books, Science Masters series, 1999)
Before the Beginning: Our Universe and Others (Perseus, 1997)

LEE SMOLIN
Three Roads to Quantum Gravity (Basic Books, Science Masters series, 2001)
The Life of the Cosmos (Oxford University Press, 1997)

RICHARD WRANGHAM
Demonic Males: Apes and the Origins of Human Violence (with Dale Peterson) (Houghton Mifflin, 1996)

معجم إنجليزى عربى

A	
Acre	آكر، وحدة مساحة تقارب الفدان المصرى، حوالى ٤٠٠٠م٢.
Algorithm	خوارزم (رياضة).
Allele	آلليل، واحد أو أكثر من الأشكال الممكنة للجين (وراثة).
Allopathy	الطب المغاير، طريقة للمداواة باستخدام عــلاج يحــدث آثــار مختلفة عما يحدثه المرض، عكس الطب المثيل.
Amplitude (wave)	سعة (الموجة)، (فيزياء).
Angular resolution	دقة التحدد الزاوى (فيزياء)
Anthropic principle	المبدأ الإنسانى.
Anthropology	الأنثروبولوجيا، علم الإنسان، بحث أصــل الإنســان وتطــوره وأعراقه وعاداته ومعتقداته.
Asymptoting	الخط المقارب (رياضة).
ATM Automated Teller Machines.	ماكينات الصرف الأتوماتيكية، ماكينات بطاقات الائتمان.
Attractors	جوانب (فيزياء، فى نظرية الشواش).
Axon	محوار، امتداد من خلية عصبية أو عصبون يقوم فــى معظــم الحالات بنقل النبضات العصبية بعيدا عن الخلية.
B	
Bandwidth	سعة النطاق (كمبيوتر)، سعة الإرسال فى قناة اتصال.
Big bang	الانفجار الكبير (فيزياء كونية).
Big crunch	الانسحاق أو التقلص الكبير (فيزياء كونية).
Biodiversity	تنوع حيوى (بيولوجيا).
Biogeography	الجغرافيا البيولوجية.
Bioinformatics.	المعلوماتية البيولوجية.
Biotechnology	التكنولوجيا الحيوية، أو البيولوجية.

Bit	بتة (كمبيوتر).
Bootstrap	إجراءات تشغيل الكمبيوتر
Bosons	بوزونات، جسيمات تحت ذرية لنقل القوى الرئيسية مثل الفوتون الذى ينقل الكهرومغناطيسية (فيزياء جسيمات).
Branes	برانات، حالة في نظرية الأوتار الفائقة (فيزياء كونية).
Bulk Volume.	حجم التكتل (فيزياء كونية).
C	
CAM Computer aided manufucture	إنتاج مصنع بمساعدة الكمبيوتر.
CCD Charge-coupled devise.	جهاز الشحن المقرون(كمبيوتر)، وحدة فى ذاكـرة الكمبيـوتر تخزن فيها المعلومات باستخدام جسيمات تدور باسـتمرار فـي خلايا مطبوعة على شبه موصل.
Cellphone	تليفون خلوى، محمول.
Cellular automat	أتومات خلوى.
Centrism	نزعة للوسط خاصة في السياسة.
Chaos (theory)	نظرية الشواش (فيزياء).
Chips	رقائق (كمبيوتر).
Closed Universe	كون مغلق (كونيات).
Compact disc	قرص مضغوط، قرص مدمج.
Compact flush	لمحة ذاكرة إلكترونية مدموجة (كمبيوتر).
Compiler	برنامج ترجمة للغة الكمبيوتر.
Computation	حوسبة.
Confocal Scanning microscope	ميكروسكوب المسح متحد البؤرة.
Connectionist theory	النظرية الوصلية (أعصاب).
Cosmic background radiation.	إشعاع الخلفية الكونية.

Cosmos	كوزموس، الكون بوصف أنه نظام نسقي متناغم.
Cost-effective	عائد تكلفة مجزى.
CPU, Central processing Unit,	وحدة المعالجة المركزية (كمبيوتر).
Critical density	الكثافة الحرجة (فيزياء كونية).
Cybernetics	السيبرنطيقية.
Cybernetic totalism	الشمولية السيبرنطيقية (معلومات).
Cyberspace	الفضاء المعلوماتي، الفضاء السيبرى.
Cybersphere	المحيط المعلوماتي.
Cyborg	سيبورج، روبوت من عناصر بيولوجية وماكيناتية، وله ذكاء اصطناعي راقى.
D	
Degree of freedom	درجة الحرية، درجة القدرة على التغيير (فيزياء).
Dendrites	غصون (عصبية)، فروع من الخلية العصبية تحمل النبضات العصبية من والى الخلية.
DNA	دنا، حامض دى أوكسى ريبو نيوكليك، وهو المكون الأساسي للجينات أو المورثات.
Download	تحميل ترحيلى، تنزيل بالترحيل (كمبيوتر)، ترحيل نسخة برنامج أو ملف من قاعدة بيانات بعيدة أو كمبيوتر آخر إلى الجهاز الطرفي الخاص بالمستخدم.
E	
Ecology	إيكولوجيا، فرع البيولوجيا الذى يدرس العلاقات بين الكائنات الحية وبيئتها.
Elementary Particles	الجسيمات الأساسية (فيزياء)، جسيمات تحت الذرية تتكون منها الذرة، ويفترض إنها لا تقبل الانقسام كالإلكترون والكوارك.

Empirical	إمبريقى، فى نظرية المعرفة كل معرفة تستمد من الحس أو التجربة وهذا يقابل الفطرى أو العقلى. فى مناهج البحث كل ما يعتمد على الملاحظة أو التجربة المباشرة، وهذا يقابل النظرى أو الاستنباطى.
Epistomology	إبستمولوجيا، دراسة نقدية لمبادئ العلوم المختلفة وفروضها ونتائجها لتحديد منطقها وقيمتها الموضوعية. أو هى نظرية المعرفة بوجه عام.
Entropy	إنتروبيا (فيزياء).
F	
Feminism	مذهب المساواة بين الجنسين.
Fermions	فرميونات (فيزياء)، جسيمات تحت ذرية للمادة.
File cabinet	خزانة ملفات (كمبيوتر).
Flat universe	كون مسطح (كونيات).
Fluctuations	تراوحات.
Fractals	تشكلات (كمبيوتر).
Fuzzy logic	منطق مضبب (منطق).
G	
Glass ceiling	سقف زجاجى، حاجز يمكن الرؤية من خلاله ولكنه يعوق الحركة، بمعنى عائق وظيفى لفئات معينة، خاصة النساء.
Gluon	جلون (فيزياء جسيمات)، جسيم القوة التى تربط الكواركات معا، وهو أحد البوزونات (انظر Bosons).
Graviton	جرافيتون (فيزياء)، جسيم يفترض كموميا للطاقة فى المجال الجذبوى.
Group theory	نظرية الزمرة (رياضة) بحث خواص المجموعات.

H	
Hadrons	هادرونات (فيزياء جسيمات)، فئة من الجسيمات تحت الذرية تحس بالقوة النووية القوية.
Hard disc drive	مسير القرص الصلب (كمبيوتر).
Homeoboxes	صناديق تحديد الموقع (وراثة)، مجموعة جينات لتنظيم وضع محاور الجسم وموضع أجزائه في أثناء تنامي الجنين.
I	
Inbreeding	استيلاد داخلى (وراثة)، استيلاد بين حيونات أو نباتات على علاقة قرابة وثيقة، بغرض الحفاظ على توريث صفات مرغوب فيها.
Inflation theory	نظرية الكون التضخمي أو الانتفاخي (فيزياء كونية).
Intentional Stance	موقف قصدى (فلسفة - علم نفس).
Isotropic	موحد الخواص.
L	
Laptop computer	كمبيوتر الحجر.
Leptons	لبتونات (فيزياء جسيمات)، فئة جسيمات خفيفة كالإلكترون والنيوترينو.
Linguistics	لسانيات - لغويات.
Loop quantum gravity theory	نظرية الجاذبية الكمومية الحلقية (فيزياء كونية).
M	
Miniaturization	تصغير منمنم.
Modem	مودم (كمبيوتر)، جهاز يستقبل مدخلات رقمية من الكمبيوتر، إلى نظام تليفونى حيث تتحول إلى ذبذبات سمعية ترسل فى حلقة إرسال، يعيد المودم تحويلها إلى مخرجات رقمية عند طرف الاستقبال.

Molecular biology	بيولوجيا جزيئية.
Momentum	كم حركي.
Monoclonal	أحادى النسيلة.
Morphology	مورفولوجيا، الدراسة البيولوجية لشكل وبنية الأحياء (التشكل).
Multiverse	كون متعدد
N	
Nano	نانو، جزء واحد من البليون.
Nanobots	نانوبوتات، روبوتات مصغرة.
Nanotechnology	نانو تكنولوجيا.
Neuron	عصبون، عصبة (أعصاب)، الخلية العصبية وتفرعاتها.
Neurotransmitter	ناقل عصبى (أعصاب)، مادة كيميائية تنطلق من ليفة عصب وتمرر نبضة عصبية لعضلة أو لعصب آخر.
Neutron star	نجم نيوتروني (فيزياء فلكية).
Niche	موقع بيئى (بيولوجيا).
Nuclear decay	اضمحلال نووى (فيزياء).
Nucleotide	نيوكليوتيد، وحدة فى بناء دنا.
O	
Octonions	ثمانيات (رياضة).
Open universe.	كون مفتوح (فيزياء كونية).
Optical charachter recognition	التمييز البصرى للحروف (كمبيوتر).
P	
Paleontology	باليونتولوجيا، علم البحث فى أشكال الحياة السابقة فى العصور الجيولوجية كما تمثلها الحفريات الحيوانية والنباتية.
Paradigm	نموذج أساسى، نموذج إرشادى (فلسفة، مناهج بحث).
Parameter (s)	معلمة (معلمات).

Parenting	الوالدية.
PDA, Personal Digital Assistants.	أدوات المساعدة الشخصية الرقمية (معلومات).
Pedomorphic species	نوع فيه حفاظ على صفات طفولية عند وبعد البلوغ (بيولوجيا تطورية).
Phenomenology	الظواهرية.
Phoneme	فونيمة (لسانيات)، وحدة كلام صغرى تساعد على تمييز نطق لفظة عن أخرى فى إحدى اللغات أو اللهجات.
Pixel	بكسيل، أصغر عنصر يمكن التحكم فى لونه ونصوعه فى عرض فيديو أو رسوم كمبيوتر (فيزياء).
Plasticity	لدونة، مرونة.
Pleistocene age	عصر البليوستوسين (جيولوجيا).
Pliocene	عصر البليوسين (جيولوجيا).
Port	منفذ (كمبيوتر)، مدخل قناة سيرالبيانات، نقطة اتصال أجهزة طرفية أو خارجية.
Pulsar	نجم نابض (فلك).
Punctuational equilibrium	التوازن المتقطع (فى نظرية التطور).
Q	
Quantum computation	حوسبة كمومية (كمبيوتر).
Quantum gravity theory	نظرية الجاذبية الكمومية (فيزياء كونية).
Quark	كوارك (فيزياء جسيمات)، جسيم أساسى تحت ذرى يكون البروتونات والنيوترونات.
Qubit	كيوبتة (كمبيوتر)، بتة كمومية.

R	
RAM	رام (كمبيوتر) نوع ذاكرة.
Relational quantum theory	نظرية الكم العلاقاتية (فيزياء).
Relativism	المذهب النسبى (فلسفة) مذهب بأن قيم الحقيقة والأخلاق ليست مطلقة بل نسبية لأشخاص أو مجموعات معنية.
Reverse engineering	هندسة عكسية
S	
Semantics	دلالات الألفاظ، علم المعانى (لغويات).
Semantic memory	ذاكرة دلالية (لغويات).
Semiotics	علم دلالات العلامات والرموز فى اللغة والاتصالات؛ العلامات والأعراض الطبية.
Sexism	نزعة التعصب الجنسى، التمييز بين الجنسين.
Sexual	جنسوية.
Sexuality	جنسانية.
Spin	برم، لف (فيزياء جسيمات).
Stretching	تمطط (كونيات).
String theory	نظرية الأوتار (فيزياء كونية).
Strong force	القوة القوية، الشديدة، (فيزياء جسيمات).
Supernova	سوبرنوفا (فلك). نجم متوهج محتضر.
Superstring theory	نظرية الأوتار الفائقة، (فيزياء كونية).
Supersymmetry	سيمترية فائقة (فيزياء كونية).
Synapse	مشبك (أعصاب)، موضع اتصال متشابك بين خليتين عصبيتين، لتمرير النبضات العصبية بينهما.

T	
Teraflop machines	ماكينات لإجراء مليون عملية حسابية في الثانية.
Territoriality	النزعة الإقليمية، نزعة الحيوان للدفاع عن منطقة المورد.
TeV	تيف، تي فولت، ترليون فولت (فيزياء).
Theorem	مبرهنة.
Transients	زائلات (فيزياء).
Trillion	ترليون، مليون مليون.
Turbulence	اضطراب دوامي (فيزياء) حركة دوامية غير منتظمة تحدث في المواقع المتحركة عندما تصل سرعتها إلى حد حرج تختفي عنده الحركة الإنسانية الطبقية.
U	
Universe (closed)	كون (مغلق)، (فيزياء كونية).
Universe (open)	كون (مفتوح)، (فيزياء كونية).
Universe (flat)	كون (مسطح)، (فيزياء كونية).
V	
Virtual reality	واقع خائلي (كمبيوتر).
Vocalization	التعبير الصوتي (لسانيات).
W	
Weak force	القوة الضعيفة، (فيزياء جسيمات).
Z	
Zip driver	سير سحاب لضغط النص (كمبيوتر).

معجم عربى إنجليزى (*)

	أ
Epistomology.	إبستمولوجيا
Bootstrap.	إجراءات تشغيل الكمبيوتر
Monoclonal.	أحادى النسيلة (بيولوجيا)
PDA. Personal digital assistants.	أدوات مساعدة رقمية شخصية (كمبيوتر)
Inbreeding.	استيلاد داخلى
Cosmic background radiation.	إشعاع خلفية الكون (فيزياء كونية)
Turbulence.	اضطراب دوامي
Nuclear decay.	اضمحلال نووى
Territoriality.	إقليمية
Allelle(s).	أليل (أليلات)، (وراثة)
Empirical..	إمبريقى
CAM, Computer aided manufacture.	إنتاج مصنع بمساعدة الكمبيوتر.
Entropy.	إنتروبيا
Anthropology.	أنثروبولوجيا
Big crunch.	الانسحاق الكبير
Big bang.	الانفجار الكبير
String (theory).	(نظرية) الأوتار
Superstring (theory).	(نظرية) الأوتار الفائقة
Cellular automata.	أوتوماتا خلوية
Ecology.	إيكولوجيا

(*) سبق ذكر شرح الكلمات والمصطلحات فى النص أو هوامشه أو فى المعجم الإنجليزى العربى. (المترجم)

ب	
Paleontology.	باليونتولوجيا
Bit.	بتة
Branes.	برانات
Spin.	برم، لف
Compiler.	برنامج الترجمة للغة الكمبيوتر
Pixel	بكسيل
Pleistocene (period).	(عصر) البليوستوسين، (جيولوجيا)
Bosons.	بوزونات
Molecular biology.	بيولوجيا جزيئية
ت	
Download	تحميل ترحيلى
Fluctuations.	تراوحات
Trillion.	ترليون
Fractals.	تشكلات
Miniaturization.	تصغير منمنم
Vocalization.	تعبير صوتى
Biotechnology.	تكنولوجيا حيوية
Cellophane.	تليفون خلوى، محمول
Stretching.	تمطيط
Optical charachter recognition.	تمييز بصرى للحروف
Sexism.	تمييز بين الجنسين، تفرقة جنسية
Biodiversity.	تنوع حيوى (بيولوجيا)
Punctuated equilibrium.	توازن متقطع
TeV.	تيف، تى فولت، ترليون فولت (فيزياء)

ج	
Quantum Gravity.	جاذبية كمومية
Loop quantum gravity theory.	الجاذبية الكمومية الحلقية (نظرية)
Graviton.	جرافيتون
Elementary particles.	جسيمات أساسية
Biogeoraphy.	جغرافيا بيولوجية
Gluon.	جلون
Sexuality	جنسانية
Sexual	جنسوية
CCD, Charge-coupled devise.	جهاز الشحن المقرون
Attractors.	جواذب
ح	
Bulk volume.	حجم التكتل
Computation.	حوسبة
Quantum computation.	حوسبة كمومية
خ	
File cabinet.	خزانة الملفات
Asymptoting.	خط مقارب
Algorithm.	خوارزم
د	
Degree of freedom.	درجة الحرية
Semantics.	دلالات الألفاظ، علم المعاني.

Semiotics	دلالات العلامات والرموز (لغة - اتصالات - طب).
Angular resolution.	دقة التحدد الزاوى
DNA.	دنا
	ذ
Sematic memory.	ذاكرة دلالية
	ر
RAM.	رام
Chips	رقائق
	ز
Transients.	زائلات
Group (theory)	(نظرية) الزمر
	س
Amplitude of wave.	سعة الموجة
Glass ceiling.	سقف زجاجي بمعنى عائق وظيفي
Sypersymmetry.	سيمترية فائقة
Supernova.	سوبرنوفا
Cybernetics.	سيبرنطيقية
Cyborg.	سيبورج
Zip drive.	سير سحاب
	ش
Cybernetic totalism.	الشمولية السيبرنطيقية
Chaos (theory).	(نظرية) الشواش

ص	
Homeobxes.	صناديق تحديد الموضع
ط	
Allopathy.	طب مغاير
ظ	
Phenomenology.	الظواهرية
ع	
Cost-effective.	عائد تكلفة مجزى
Band width.	عرض النطاق
Neuron.	عصبون، عصبة
غ	
Dendrites.	غصون
ف	
Fermions.	فرميونات
Cyberspace.	فضاء معلوماتي
Phoneme.	فونيمة
ق	
Compact disc.	قرص مدمج، قرص مضغوط
Weak force.	قوة ضعيفة
Strong force.	قوة قوية، شديدة

ك	
Critical density.	كثافة حرجة
Momentum.	كم حركى
Relatioinal quantum (theory).	(نظرية) الكم العلاقاتية
Laptop computer.	كمبيوتر الحجر
Quark	كوارك
Cosmos	كوزموس، الكون كنظام نسقى متناغم.
Inflation universe.	كون تضخمي، انتفاخى
Multiverse.	كون متعدد
Flat universe.	كون مسطح
Closed universe.	كون مغلق
Open universe.	كون مفتوح
Qubit.	كيوبتة، بتة كمومية
ل	
Leptons.	لبتونات
Plasticity.	لدونة، مرونة
Linguistics.	لسانيات، لغويات
Compact flash.	لمحة ذاكرة إلكترونية مدموجة
م	
Teraflop machines.	ماكينات إجراء مليون عملية حسابية فى الثانية.
ATM, Automated teller machines.	ماكينات صرف آلية
Anthropic principle.	المبدأ الإنسانى

Theorem.	مبرهنة
Axon.	محوار
Cybersphere.	محيط معلوماتي
Feminism.	مساواة الجنسين
Hard disc drive.	مسير القرص الصلب
Synapse.	مشبك
Parameter.	معلمة
Bioinformatics.	معلوماتية بيولوجية
Fuzzy logic.	منطق مضبب
Port.	منفذ
Isotropic.	موحد الخواص
Modem.	مودم
Morphology.	مورفولوجيا
Niche.	موقع بيئي
Intentional stance.	موقف قصدي
Confocal scanning microscope.	ميكروسكوب المسح متحد البؤرة
ن	
Pulsar (star).	نابض (نجم)
Neurotransmitter.	ناقل عصبي
Nano.	نانو، جزء من بليون
Nanobots.	نانو بوتات
Nanotechnology.	نانو تكنولوجيا
Neutron star.	نجم نيوتروني
Relativism.	(المذهب) النسبي
Paradigm.	نموذج أساسي

Pedomorphic species.	نوع فيه حفاظ على خواص من الطفولة.
Nucleotides.	نيوكليوتيدات
هـ	
Hadrons.	هادرونات
Reverse engineering.	هندسة عكسية
و	
Virtual reality.	واقع خائلى
Parenting.	والدية
CPU, Central processing unit.	وحدة المعالجة المركزية
Centrism.	وسطية
Connectionist (theory).	(نظرية) الوصلية

المترجم فى سطور:

مصطفى إبراهيم فهمى

- أستاذ بالأكاديمية الطبية العسكرية، دكتوراه الكيمياء الإكلينيكية من جامعة لندن.
- عضو لجنة الثقافة العلمية بالمجلس الأعلى للثقافة بمصر ورئيس لجنتها الفرعية للثقافة الطبية.
- ترجم ما يقرب من أربعين كتابا فى الثقافة العلمية، ونال عدة جوائز عن ترجمة أحسن كتب فى الثقافة العلمية فى معرض الكتاب بالقاهرة والكويت.

المشروع القومى للترجمة

المشـروع القومــى للترجمــة مشــروع تنميــة ثقافيــة بالدرجـــة الأولى ، ينطلق من الإيجابيات التى حققتها مشروعات الترجمة التى سبقته فى مصر والعالم العربى ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

١- الخروج من أسر المركزية الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية .

٢- التوازن بين المعارف الإنسانية فى المجالات العلمية والفنية والفكرية والإبداعية .

٣- الانحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب .

٤- ترجمة الأصول المعرفية التى أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعى فى الثقافة الإنسانية المعاصرة، جنبًا إلى جنب المنجزات الجديدة التى تضع القارئ فى القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين .

٥- العمل على إعداد جيل جديد من المترجمين المتخصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة .

٦- الاستعانة بكل الخبرات العربية وتنسيق الجهود مع المؤسسات المعنية بالترجمة .

المشروع القومى للترجمة

١-	اللغة العليا	جون كوين	أحمد درويش
٢-	الوثنية والإسلام (ط١)	ك. مادهو بانيكار	أحمد فؤاد بلبع
٣-	التراث المسروق	جورج جيمس	شوقى جلال
٤-	كيف تتم كتابة السيناريو	إنجا كاريتنيكوڤا	أحمد الحضرى
٥-	ثريا فى غيبوبة	إسماعيل فصيح	محمد علاء الدين منصور
٦-	اتجاهات البحث اللسانى	ميلكا إفيتش	سعد مصلوح ووفاء كامل فايد
٧-	العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولدمان	يوسف الأنطكى
٨-	مشعلو الحرائق	ماكس فريش	مصطفى ماهر
٩-	التغيرات البيئية	أندرو. س. جودى	محمود محمد عاشور
١٠-	خطاب الحكاية	جيرار جينيت	محمد معتصم وعبد الجليل الأزدى وعمر حلى
١١-	مختارات شعرية	فيسوافا شيمبوريسكا	هناء عبد الفتاح
١٢-	طريق الحرير	ديفيد براونيستون وأيرين فرانك	أحمد محمود
١٣-	ديانة الساميين	روبرتسن سميث	عبد الوهاب علوب
١٤-	التحليل النفسى للأدب	جان بيلمان نويل	حسن المودن
١٥-	الحركات الفنية منذ ١٩٤٥	إدوارد لوسى سميث	أشرف رفيق عفيفى
١٦-	أثينة السوداء (جـ١)	مارتن برنال	بإشراف: أحمد عتمان
١٧-	مختارات شعرية	فيليب لاركين	محمد مصطفى بدوى
١٨-	الشعر النسائى فى أمريكا اللاتينية	مختارات	طلعت شاهين
١٩-	الأعمال الشعرية الكاملة	جورج سفيريس	نعيم عطية
٢٠-	قصة العلم	ج. ج. كراوثر	يمنى طريف الخولى و بدوى عبد الفتاح
٢١-	خوخة وألف خوخة وقصص أخرى	صمد بهرنجى	ماجدة العنانى
٢٢-	مذكرات رحالة عن المصريين	جون أنتيس	سيد أحمد على الناصرى
٢٣-	تجلى الجميل	هانز جيورج جادامر	سعيد توفيق
٢٤-	ظلال المستقبل	باتريك بارندر	بكر عباس
٢٥-	مثنوى (٦ أجزاء)	مولانا جلال الدين الرومى	إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦-	دين مصر العام	محمد حسين هيكل	أحمد محمد حسين هيكل
٢٧-	التنوع البشرى الخلاق	مجموعة من المؤلفين	بإشراف: جابر عصفور
٢٨-	رسالة فى التسامح	جون لوك	منى أبو سنة
٢٩-	الموت والوجود	جيمس ب. كارس	بدر الديب
٣٠-	الوثنية والإسلام (ط٢)	ك. مادهو بانيكار	أحمد فؤاد بلبع
٣١-	مصادر دراسة التاريخ الإسلامى	جان سوفاجيه - كلود كاين	عبد الستار الحلوجى وعبد الوهاب علوب
٣٢-	الانقراض	ديفيد روب	مصطفى إبراهيم فهمى
٣٣-	التاريخ الاقتصادى لأفريقيا الغربية	أ. ج. هوبكنز	أحمد فؤاد بلبع
٣٤-	الرواية العربية	روجر ألن	حصة إبراهيم المنيف
٣٥-	الأسطورة والحداثة	بول ب . ديكسون	خليل كلفت
٣٦-	نظريات السرد الحديثة	والاس مارتن	حياة جاسم محمد

٣٧-	واحة سيوة وموسيقاها	بريجيت شيفر	جمال عبد الرحيم
٣٨-	نقد الحداثة	آلن تورين	أنور مغيث
٣٩-	الحسد والإغريق	بيتر والكوت	منيرة كروان
٤٠-	قصائد حب	آن سكستون	محمد عيد إبراهيم
٤١-	ما بعد المركزية الأوروبية	بيتر جران	عاطف أحمد وإبراهيم فتحى ومحمود ماجد
٤٢-	عالم ماك	بنجامين باربر	أحمد محمود
٤٣-	اللهب المزدوج	أوكتافيو پاث	المهدى أخريف
٤٤-	بعد عدة أصياف	ألدوس هكسلى	مارلين تادرس
٤٥-	التراث المغدور	روبرت دينا وجون فاين	أحمد محمود
٤٦-	عشرون قصيدة حب	بابلو نيرودا	محمود السيد على
٤٧-	تاريخ النقد الأدبى الحديث (جـ١)	رينيه ويليك	مجاهد عبد المنعم مجاهد
٤٨-	حضارة مصر الفرعونية	فرانسوا دوما	ماهر جويجاتى
٤٩-	الإسلام فى البلقان	هـ . ت . نوريس	عبد الوهاب علوب
٥٠-	ألف ليلة وليلة أو القول الأسير	جمال الدين بن الشيخ	محمد برادة وعثمانى الميلود ويوسف الأنطكى
٥١-	مسار الرواية الإسبانو أمريكية	داريو بيانويبا وخ. م. بينياليستى	محمد أبو العطا
٥٢-	العلاج النفسى التدعيمى	ب. نوفاليس وس . روجسيفيتز وروجر بيل	لطفى فطيم وعادل دمرداش
٥٣-	الدراما والتعليم	أ . ف . ألنجتون	مرسى سعد الدين
٥٤-	المفهوم الإغريقى للمسرح	ج . مايكل والتون	محسن مصيلحى
٥٥-	ما وراء العلم	چون بولكنجهوم	على يوسف على
٥٦-	الأعمال الشعرية الكاملة (جـ١)	فديريكو غرسية لوركا	محمود على مكى
٥٧-	الأعمال الشعرية الكاملة (جـ٢)	فديريكو غرسية لوركا	محمود السيد و ماهر البطوطى
٥٨-	مسرحيتان	فديريكو غرسية لوركا	محمد أبو العطا
٥٩-	المحبرة (مسرحية)	كارلوس مونييث	السيد السيد سهيم
٦٠-	التصميم والشكل	چوهانز إيتين	صبرى محمد عبد الغنى
٦١-	موسوعة علم الإنسان	شارلوت سيمور - سميث	بإشراف : محمد الجوهرى
٦٢-	لذّة النّص	رولان بارت	محمد خير البقاعى
٦٣-	تاريخ النقد الأدبى الحديث (جـ٢)	رينيه ويليك	مجاهد عبد المنعم مجاهد
٦٤-	برتراند راسل (سيرة حياة)	ألان وود	رمسيس عوض
٦٥-	فى مدح الكسل ومقالات أخرى	برتراند راسل	رمسيس عوض
٦٦-	خمس مسرحيات أندلسية	أنطونيو جالا	عبد اللطيف عبد الحليم
٦٧-	مختارات شعرية	فرناندو بيسوا	المهدى أخريف
٦٨-	نتاشا العجوز وقصص أخرى	ڤالنتين راسبوتين	أشرف الصباغ
٦٩-	العالم الإسلامى فى أوائل القرن العشرين	عبد الرشيد إبراهيم	أحمد فؤاد متولى وهويدا محمد فهمى
٧٠-	ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية	أوخينيو تشانج رودريجث	عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد
٧١-	السيدة لا تصلح إلا للرمى	داريو فو	حسين محمود
٧٢-	السياسى العجوز	ت . س . إليوت	فؤاد مجلى
٧٣-	نقد استجابة القارئ	چين ب . تومبكنز	حسن ناظم وعلى حاكم
٧٤-	صلاح الدين والمماليك فى مصر	ل . ا . سيمينوڤا	حسن بيومى

٧٥-	فن التراجم والسير الذاتية	أندريه موروا	أحمد درويش
٧٦-	چاك لاكان وإغواء التحليل النفسى	مجموعة من المؤلفين	عبد المقصود عبد الكريم
٧٧-	تاريخ النقد الأدبى الحديث (جـ٢)	رينيه ويليك	مجاهد عبد المنعم مجاهد
٧٨-	العولمة : النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية	رونالد روبرتسون	أحمد محمود ونورا أمين
٧٩-	شعرية التأليف	بوريس أوسبنسكى	سعيد الغانمى وناصر حلاوى
٨٠-	بوشكين عند «نافورة الدموع»	ألكسندر پوشكين	مكارم الغمرى
٨١-	الجماعات المتخيلة	بندكت أندرسن	محمد طارق الشرقاوى
٨٢-	مسرح ميجيل	ميجيل دى أونامونو	محمود السيد على
٨٣-	مختارات شعرية	غوتفريد بن	خالد المعالى
٨٤-	موسوعة الأدب والنقد (جـ١)	مجموعة من المؤلفين	عبد الحميد شيحة
٨٥-	منصور الحلاج (مسرحية)	صلاح زكى أقطاى	عبد الرازق بركات
٨٦-	طول الليل (رواية)	جمال مير صادقى	أحمد فتحى يوسف شتا
٨٧-	نون والقلم (رواية)	جلال آل أحمد	ماجدة العنانى
٨٨-	الابتلاء بالتغرب	جلال آل أحمد	إبراهيم الدسوقى شتا
٨٩-	الطريق الثالث	أنتونى جيدنز	أحمد زايد ومحمد محيى الدين
٩٠-	وسم السيف وقصص أخرى	بورخيس وآخرون	محمد إبراهيم مبروك
٩١-	المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق	باربرا لاسوتسكا - بشونباك	محمد هناء عبد الفتاح
٩٢-	أساليب ومضامين المسرح الإسبانوأمريكى المعاصر	كارلوس ميجيل	نادية جمال الدين
٩٣-	محدثات العولمة	مايك فيذرستون وسكوت لاش	عبد الوهاب علوب
٩٤-	مسرحيتا الحب الأول والصحبة	صمويل بيكيت	فوزية العشماوى
٩٥-	مختارات من المسرح الإسبانى	أنطونيو بويرو باييخو	سرى محمد عبد اللطيف
٩٦-	ثلاث زنبقات ووردة وقصص أخرى	نخبة	إدوار الخراط
٩٧-	هوية فرنسا (مج١)	فرنان برودل	بشير السباعى
٩٨-	الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى	مجموعة من المؤلفين	أشرف الصباغ
٩٩-	تاريخ السينما العالمية (١٨٩٥-١٩٨٠)	ديڤيد روبنسون	إبراهيم قنديل
١٠٠-	مساءلة العولمة	بول هيرست وجراهام تومبسون	إبراهيم فتحى
١٠١-	النص الروائى: تقنيات ومناهج	بيرنار فاليط	رشيد بنحدو
١٠٢-	السياسة والتسامح	عبد الكبير الخطيبى	عز الدين الكتانى الإدريسى
١٠٣-	قبر ابن عربى يليه آياء (شعر)	عبد الوهاب المؤدب	محمد بنيس
١٠٤-	أوبرا ماهوجنى (مسرحية)	برتولت بريشت	عبد الغفار مكاوى
١٠٥-	مدخل إلى النص الجامع	چيرارچينيت	عبد العزيز شبيل
١٠٦-	الأدب الأندلسى	ماريا خيسوس روبييرامتى	أشرف على دعدور
١٠٧-	صورة الفدائى فى الشعر الأمريكى اللاتينى المعاصر	نخبـة من الشعراء	محمد عبد الله الجعيدى
١٠٨-	ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسى	مجموعة من المؤلفين	محمود على مكى
١٠٩-	حروب المياه	چون بولوك وعادل درويش	هاشم أحمد محمد
١١٠-	النساء فى العالم النامى	حسنة بيجوم	منى قطان
١١١-	المرأة والجريمة	فرانسس هيدسون	ريهام حسين إبراهيم
١١٢-	الاحتجاج الهادئ	أرلين علوى ماكليود	إكرام يوسف

١١٣- راية التمرد	سادى پلانت	أحمد حسان
١١٤- مسرحيتا حصاد كونجى وسكان المستنقع	وول شوينكا	نسيم مجلى
١١٥- غرفة تخص المرء وحده	فرچينيا وولف	سمية رمضان
١١٦- امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	نهاد أحمد سالم
١١٧- المرأة والجنوسة فى الإسلام	ليلى أحمد	منى إبراهيم وهالة كمال
١١٨- النهضة النسائية فى مصر	بث بارون	لميس النقاش
١١٩- النساء والأسرة وقوانين الطلاق فى التاريخ الإسلامى	أميرة الأزهرى سنبل	بإشراف: رءوف عباس
١٢٠- الحركة النسائية والتطور فى الشرق الأوسط	ليلى أبو لغد	مجموعة من المترجمين
١٢١- الدليل الصغير فى كتابة المرأة العربية	فاطمة موسى	محمد الجندى وإيزابيل كمال
١٢٢- نظام العبودية القديم والنموذج المثالى للإنسان	چوزيف فوجت	منيرة كروان
١٢٣- الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	أنيتل ألكسندرو فنادولينا	أنور محمد إبراهيم
١٢٤- الفجر الكاذب: أوهام الرأسمالية العالمية	چون جراى	أحمد فؤاد بلبع
١٢٥- التحليل الموسيقى	سيدرك ثورپ ديڤى	سمحة الخولى
١٢٦- فعل القراءة	ڤولڤانج إيسر	عبد الوهاب علوب
١٢٧- إرهاب (مسرحية)	صفاء فتحى	بشير السباعى
١٢٨- الأدب المقارن	سوزان باسنيت	أميرة حسن نويرة
١٢٩- الرواية الإسبانية المعاصرة	ماريا دولورس أسيس جاروته	محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠- الشرق يصعد ثانية	أندريه جوندر فرانك	شوقى جلال
١٣١- مصر القديمة: التاريخ الاجتماعى	مجموعة من المؤلفين	لويس بقطر
١٣٢- ثقافة العولمة	مايك فيذرستون	عبد الوهاب علوب
١٣٣- الخوف من المرايا (رواية)	طارق على	طلعت الشايب
١٣٤- تشريح حضارة	بارى ج. كيمب	أحمد محمود
١٣٥- المختار من نقد ت. س. إليوت	ت. س. إليوت	ماهر شفيق فريد
١٣٦- فلاحو الباشا	كينيث كونو	سحر توفيق
١٣٧- مذكرات ضابط فى الحملة الفرنسية على مصر	چوزيف مارى مواريه	كاميليا صبحى
١٣٨- عالم التليفزيون بين الجمال والعنف	أندريه جلوكسمان	وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩- پارسيڤال (مسرحية)	ريتشارد فاچنر	مصطفى ماهر
١٤٠- حيث تلتقى الأنهار	هربرت ميسن	أمل الجبورى
١٤١- اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	نعيم عطية
١٤٢- الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	حسن بيومى
١٤٣- قضايا التنظير فى البحث الاجتماعى	ديرك لايدر	عدلى السمرى
١٤٤- صاحبة اللوكاندة (مسرحية)	كارلو جولدونى	سلامة محمد سليمان
١٤٥- موت أرتيميو كروث (رواية)	كارلوس فوينتس	أحمد حسان
١٤٦- الورقة الحمراء (رواية)	ميجيل دى ليبس	على عبدالرءوف البمبى
١٤٧- مسرحيتان	تانكريد دورست	عبدالغفار مكاوى
١٤٨- القصة القصيرة: النظرية والتقنية	إنريكى أندرسون إمبرت	على إبراهيم منوفى
١٤٩- النظرية الشعرية عند إليوت وأدونيس	عاطف فضول	أسامة إسبر
١٥٠- التجربة الإغريقية	روبرت ج. ليتمان	منيرة كروان

١٥١- هوية فرنسا (مج ٢ ، جـ١)	فرنان برودل	بشير السباعى
١٥٢- عدالة الهنود وقصص أخرى	مجموعة من المؤلفين	محمد محمد الخطابى
١٥٣- غرام الفراعنة	فيولين فانويك	فاطمة عبدالله محمود
١٥٤- مدرسة فرانكفورت	فيل سليتر	خليل كلفت
١٥٥- الشعر الأمريكى المعاصر	نخبة من الشعراء	أحمد مرسى
١٥٦- المدارس الجمالية الكبرى	چى أتيال وآلان وأوديت ڤيرمو	مى التلمسانى
١٥٧- خسرو وشيرين	النظامى الكنجوى	عبدالعزيز بقوش
١٥٨- هوية فرنسا (مج ٢ ، جـ٢)	فرنان برودل	بشير السباعى
١٥٩- الأيديولوچية	ديڤيد هوكس	إبراهيم فتحى
١٦٠- آلة الطبيعة	بول إيرليش	حسين بيومى
١٦١- مسرحيتان من المسرح الإسبانى	أليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا	زيدان عبدالحليم زيدان
١٦٢- تاريخ الكنيسة	يوحنا الآسيوى	صلاح عبدالعزيز محجوب
١٦٣- موسوعة علم الاجتماع (جـ ١)	جوردون مارشال	بإشراف: محمد الجوهرى
١٦٤- شامبليون (حياة من نور)	چان لاكوتير	نبيل سعد
١٦٥- حكايات الثعلب (قصص أطفال)	أ. ن. أفاناسيفا	سهير المصادفة
١٦٦- العلاقات بين المتدينين والعلمانيين فى إسرائيل	يشعياهو ليڤمان	محمد محمود أبوغدير
١٦٧- فى عالم طاغور	رابندرنات طاغور	شكرى محمد عياد
١٦٨- دراسات فى الأدب والثقافة	مجموعة من المؤلفين	شكرى محمد عياد
١٦٩- إبداعات أدبية	مجموعة من المؤلفين	شكرى محمد عياد
١٧٠- الطريق (رواية)	ميجيل دليبيس	بسام ياسين رشيد
١٧١- وضع حد (رواية)	فرانك بيجو	هدى حسين
١٧٢- حجر الشمس (شعر)	نخبة	محمد محمد الخطابى
١٧٣- معنى الجمال	ولتر ت. ستيس	إمام عبد الفتاح إمام
١٧٤- صناعة الثقافة السوداء	إيليس كاشمور	أحمد محمود
١٧٥- التليفزيون فى الحياة اليومية	لورينزو فيلشس	وجيه سمعان عبد المسيح
١٧٦- نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية	توم تيتنبرج	جلال البنا
١٧٧- أنطون تشيخوف	هنرى ترويا	حصة إبراهيم المنيف
١٧٨- مختارات من الشعر اليونانى الحديث	نخبة من الشعراء	محمد حمدى إبراهيم
١٧٩- حكايات أيسوب (قصص أطفال)	أيسوب	إمام عبد الفتاح إمام
١٨٠- قصة جاويد (رواية)	إسماعيل فصيح	سليم عبد الأمير حمدان
١٨١- النقد الأدبى الأمريكى من الثلاثينيات إلى الثمانينيات	فنسنت ب. ليتش	محمد يحيى
١٨٢- العنف والنبوءة (شعر)	و.ب. ييتس	ياسين طه حافظ
١٨٣- چان كوكتو على شاشة السينما	رينيه جيلسون	فتحى العشرى
١٨٤- القاهرة: حالة لا تنام	هانز إبندورفر	دسوقى سعيد
١٨٥- أسفار العهد القديم فى التاريخ	توماس تومسن	عبد الوهاب علوب
١٨٦- معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل إنوود	إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧- الأرضة (رواية)	بُزرج علوى	محمد علاء الدين منصور
١٨٨- موت الأدب	ألڤين كرنان	بدر الديب

١٨٩-	العمى والبصيرة: مقالات فى بلاغة النقد المعاصر	بول دى مان	سعيد الغانمى
١٩٠-	محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	محسن سيد فرجانى
١٩١-	الكلام رأسمال وقصص أخرى	الحاج أبو بكر إمام وآخرون	مصطفى حجازى السيد
١٩٢-	سياحت نامه إبراهيم بك (جـ١)	زين العابدين المراغى	محمود علاوى
١٩٣-	عامل المنجم (رواية)	بيتر أبراهامز	محمد عبد الواحد محمد
١٩٤-	مختارات من النقد الأنجلو-أمريكى الحديث	مجموعة من النقاد	ماهر شفيق فريد
١٩٥-	شتاء ٨٤ (رواية)	إسماعيل فصيح	محمد علاء الدين منصور
١٩٦-	المهلة الأخيرة (رواية)	فالنتين راسبوتين	أشرف الصباغ
١٩٧-	سيرة الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	جلال السعيد الحفناوى
١٩٨-	الاتصال الجماهيرى	إدوين إمرى وآخرون	إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩-	تاريخ يهود مصر فى الفترة العثمانية	يعقوب لانداو	جمال أحمد الرفاعى وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠-	ضحايا التنمية: المقاومة والبدائل	جيرمى سيبروك	فخرى لبيب
٢٠١-	الجانب الدينى للفلسفة	جوزايا رويس	أحمد الأنصارى
٢٠٢-	تاريخ النقد الأدبى الحديث (جـ٤)	رينيه ويليك	مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٣-	الشعر والشاعرية	ألطاف حسين حالى	جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤-	تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شازار	أحمد هويدى
٢٠٥-	الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافاللى- سفورزا	أحمد مستجير
٢٠٦-	الهيولية تصنع علماً جديداً	جيمس جلايك	على يوسف على
٢٠٧-	ليل أفريقى (رواية)	رامون خوتاسندير	محمد أبو العطا
٢٠٨-	شخصية العربى فى المسرح الإسرائيلى	دان أوريان	محمد أحمد صالح
٢٠٩-	السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	أشرف الصباغ
٢١٠-	مثنويات حكيم سنائى (شعر)	سنائى الغزنوى	يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١-	فردينان دوسوسير	جوناثان كلر	محمود حمدى عبد الغنى
٢١٢-	قصص الأمير مرزبان على لسان الحيوان	مرزبان بن رستم بن شروين	يوسف عبدالفتاح فرج
٢١٣-	مصر منذ قدوم نابليون حتى رحيل عبدالناصر	ريمون فلاور	سيد أحمد على الناصرى
٢١٤-	قواعد جديدة للمنهج فى علم الاجتماع	أنتونى جيدنز	محمد محيى الدين
٢١٥-	سياحت نامه إبراهيم بك (جـ٢)	زين العابدين المراغى	محمود علاوى
٢١٦-	جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	أشرف الصباغ
٢١٧-	مسرحيتان طليعيتان	صمويل بيكيت وهارولد بينتر	نادية البنهاوى
٢١٨-	لعبة الحجلة (رواية)	خوليو كورتاثار	على إبراهيم منوفى
٢١٩-	بقايا اليوم (رواية)	كازو إيشجورو	طلعت الشايب
٢٢٠-	الهيولية فى الكون	بارى باركر	على يوسف على
٢٢١-	شعرية كفافى	جريجورى جوزدانيس	رفعت سلام
٢٢٢-	فرانز كافكا	رونالد جراى	نسيم مجلى
٢٢٣-	العلم فى مجتمع حر	باول فيرابند	السيد محمد نفادى
٢٢٤-	دمار يوغسلافيا	برانكا ماجاس	منى عبدالظاهر إبراهيم
٢٢٥-	حكاية غريق (رواية)	جابرييل جارثيا ماركيث	السيد عبدالظاهر السيد
٢٢٦-	أرض المساء وقصائد أخرى	ديفيد هربت لورانس	طاهر محمد على البربرى

الرقم	العنوان	المؤلف	المترجم
-٢٢٧	المسرح الإسبانى فى القرن السابع عشر	خوسيه ماريا ديث بوركى	السيد عبدالظاهر عبدالله
-٢٢٨	علم الجمالية وعلم اجتماع الفن	جانيت وولف	مارى تيريز عبدالمسيح وخالد حسن
-٢٢٩	مأزق البطل الوحيد	نورمان كيجان	أمير إبراهيم العمرى
-٢٣٠	عن الذباب والفئران والبشر	فرانسواز جاكوب	مصطفى إبراهيم فهمى
-٢٣١	الدرافيل أو الجيل الجديد (مسرحية)	خايمى سالوم بيدال	جمال عبدالرحمن
-٢٣٢	ما بعد المعلومات	توم ستونير	مصطفى إبراهيم فهمى
-٢٣٣	فكرة الاضمحلال فى التاريخ الغربى	أرثر هيرمان	طلعت الشايب
-٢٣٤	الإسلام فى السودان	ج. سبنسر تريمنجهام	فؤاد محمد عكود
-٢٣٥	ديوان شمس تبريزى (جـ١)	مولانا جلال الدين الرومى	إبراهيم الدسوقى شتا
-٢٣٦	الولاية	ميشيل شودكيفيتش	أحمد الطيب
-٢٣٧	مصر أرض الوادى	روبين فيدين	عنايات حسين طلعت
-٢٣٨	العولمة والتحرير	تقرير لمنظمة الأنكتاد	ياسر محمد جادالله وعربى مدبولى أحمد
-٢٣٩	العربى فى الأدب الإسرائيلى	جيلا رامراز - رايوخ	نادية سليمان حافظ وإيهاب صلاح فايق
-٢٤٠	الإسلام والغرب وإمكانية الحوار	كاى حافظ	صلاح محجوب إدريس
-٢٤١	فى انتظار البرابرة (رواية)	ج . م. كوتزى	ابتسام عبدالله
-٢٤٢	سبعة أنماط من الغموض	وليام إمبسون	صبرى محمد حسن
-٢٤٣	تاريخ إسبانيا الإسلامية (مج١)	ليفى بروفنسال	بإشراف: صلاح فضل
-٢٤٤	الغليان (رواية)	لاورا إسكيبيل	نادية جمال الدين محمد
-٢٤٥	نساء مقاتلات	إليزابيتا أديس وآخرون	توفيق على منصور
-٢٤٦	مختارات قصصية	جابرييل جارثيا ماركيث	على إبراهيم منوفى
-٢٤٧	الثقافة الجماهيرية والحداثة فى مصر	والتر أرمبرست	محمد طارق الشرقاوى
-٢٤٨	حقول عدن الخضراء (مسرحية)	أنطونيو جالا	عبداللطيف عبدالحليم
-٢٤٩	لغة التمزق (شعر)	دراجو شتامبوك	رفعت سلام
-٢٥٠	علم اجتماع العلوم	دومنيك فينك	ماجدة محسن أباظة
-٢٥١	موسوعة علم الاجتماع (جـ٢)	جوردون مارشال	بإشراف: محمد الجوهرى
-٢٥٢	رائدات الحركة النسوية المصرية	مارجو بدران	على بدران
-٢٥٣	تاريخ مصر الفاطمية	ل. أ. سيمينوفا	حسن بيومى
-٢٥٤	أقدم لك: الفلسفة	ديف روبنسون وجودى جروفز	إمام عبد الفتاح إمام
-٢٥٥	أقدم لك: أفلاطون	ديف روبنسون وجودى جروفز	إمام عبد الفتاح إمام
-٢٥٦	أقدم لك: ديكارت	ديف روبنسون وكريس جارات	إمام عبد الفتاح إمام
-٢٥٧	تاريخ الفلسفة الحديثة	وليم كلى رايت	محمود سيد أحمد
-٢٥٨	الغجر	سير أنجوس فريزر	عُبادة كُحيلة
-٢٥٩	مختارات من الشعر الأرمنى عبر العصور	نخبة	فاروجان كازانجيان
-٢٦٠	موسوعة علم الاجتماع (جـ٣)	جوردون مارشال	بإشراف: محمد الجوهرى
-٢٦١	رحلة فى فكر زكى نجيب محمود	زكى نجيب محمود	إمام عبد الفتاح إمام
-٢٦٢	مدينة المعجزات (رواية)	إدواردو مندوثا	محمد أبو العطا
-٢٦٣	الكشف عن حافة الزمن	چون جريبن	على يوسف على
-٢٦٤	إبداعات شعرية مترجمة	هوراس وشلى	لويس عوض

٢٦٥-	روايات مترجمة	أوسكار وايلد وصمويل جونسون	لويس عوض
٢٦٦-	مدير المدرسة (رواية)	جلال آل أحمد	عادل عبدالمنعم على
٢٦٧-	فن الرواية	ميلان كونديرا	بدر الدين عرودكى
٢٦٨-	ديوان شمس تبريزى (جـ٢)	مولانا جلال الدين الرومى	إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦٩-	وسط الجزيرة العربية وشرقها (جـ١)	وليم چيفور بالجريف	صبرى محمد حسن
٢٧٠-	وسط الجزير العربية وشرقها (جـ٢)	وليم چيفور بالجريف	صبرى محمد حسن
٢٧١-	الحضارة الغربية: الفكرة والتاريخ	توماس سى. باترسون	شوقى جلال
٢٧٢-	الأديرة الأثرية فى مصر	سى. سى. والترز	إبراهيم سلامة إبراهيم
٢٧٣-	الأصول الاجتماعية والثقافية لحركة عرابى فى مصر	چوان كول	عنان الشهاوى
٢٧٤-	السيدة باربارا (رواية)	رومولو جاييجوس	محمود على مكى
٢٧٥-	ت. س. إليوت شاعراً وناقداً وكاتباً مسرحياً	مجموعة من النقاد	ماهر شفيق فريد
٢٧٦-	فنون السينما	مجموعة من المؤلفين	عبدالقادر التلمسانى
٢٧٧-	الچينات والصراع من أجل الحياة	براين فورد	أحمد فوزى
٢٧٨-	البدايات	إسحاق عظيموف	ظريف عبدالله
٢٧٩-	الحرب الباردة الثقافية	ف.س. سوندرز	طلعت الشايب
٢٨٠-	الأم والنصيب وقصص أخرى	بريم شند وآخرون	سمير عبدالحميد إبراهيم
٢٨١-	الفردوس الأعلى (رواية)	عبد الحليم شرر	جلال الحفناوى
٢٨٢-	طبيعة العلم غير الطبيعية	لويس ولبرت	سمير حنا صادق
٢٨٣-	السهل يحترق وقصص أخرى	خوان رولفو	على عبد الروف البمبى
٢٨٤-	هرقل مجنوناً (مسرحية)	يوريبيديس	أحمد عتمان
٢٨٥-	رحلة خواجة حسن نظامى الدهلوى	حسن نظامى الدهلوى	سمير عبد الحميد إبراهيم
٢٨٦-	سياحت نامه إبراهيم بك (جـ٣)	زين العابدين المراغى	محمود علاوى
٢٨٧-	الثقافة والعولمة والنظام العالمى	أنتونى كنج	محمد يحيى وآخرون
٢٨٨-	الفن الروائى	ديڤيد لودج	ماهر البطوطى
٢٨٩-	ديوان منوچهرى الدامغانى	أبو نجم أحمد بن قوص	محمد نور الدين عبدالمنعم
٢٩٠-	علم اللغة والترجمة	چورچ مونان	أحمد زكريا إبراهيم
٢٩١-	تاريخ المسرح الإسبانى فى القرن العشرين (جـ١)	فرانشسكو رويس رامون	السيد عبد الظاهر
٢٩٢-	تاريخ المسرح الإسبانى فى القرن العشرين (جـ٢)	فرانشسكو رويس رامون	السيد عبد الظاهر
٢٩٣-	مقدمة للأدب العربى	روچر آلن	مجدى توفيق وآخرون
٢٩٤-	فن الشعر	بوالو	رجاء ياقوت
٢٩٥-	سلطان الأسطورة	چوزيف كامبل وبيل مويرز	بدر الديب
٢٩٦-	مكبث (مسرحية)	وليم شكسبير	محمد مصطفى بدوى
٢٩٧-	فن النحو بين اليونانية والسريانية	ديونيسيوس ثراكس ويوسف الأهوازى	ماجدة محمد أنور
٢٩٨-	مأساة العبيد وقصص أخرى	نخبة	مصطفى حجازى السيد
٢٩٩-	ثورة فى التكنولوجيا الحيوية	چين ماركس	هاشم أحمد محمد
٣٠٠-	أسطورة بروميثيوس فى الأدبين الإنجليزى والفرنسى (مج١)	لويس عوض	جمال الجزيرى وبهاء چاهين وإيزابيل كمال
٣٠١-	أسطورة بروميثيوس فى الأدبين الإنجليزى والفرنسى (مج٢)	لويس عوض	جمال الجزيرى و محمد الجندى
٣٠٢-	أقدم لك: فتجنشتين	چون هيتون وچودى جروفز	إمام عبد الفتاح إمام

٣٠٣-	أقدم لك: بوذا	جين هوب وبورن فان لون	إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٤-	أقدم لك: ماركس	ريوس	إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٥-	الجلد (رواية)	كروزيو مالابارته	صلاح عبد الصبور
٣٠٦-	الحماسة: النقد الكانطى للتاريخ	جان فرانسوا ليوتار	نبيل سعد
٣٠٧-	أقدم لك: الشعور	ديفيد بابينو وهوارد سلينا	محمود مكى
٣٠٨-	أقدم لك: علم الوراثة	ستيف جونز وبورين فان لو	ممدوح عبد المنعم
٣٠٩-	أقدم لك: الذهن والمخ	أنجوس جيلاتى وأوسكار زاريت	جمال الجزيرى
٣١٠-	أقدم لك: يونج	ماجى هايد ومايكل ماكجنس	محيى الدين مزيد
٣١١-	مقال فى المنهج الفلسفى	ر.ج كولنجوود	فاطمة إسماعيل
٣١٢-	روح الشعب الأسود	وليم ديبويس	أسعد حليم
٣١٣-	أمثال فلسطينية (شعر)	خايير بيان	محمد عبدالله الجعيدى
٣١٤-	مارسيل دوشامب: الفن كعدم	جانيس مينيك	هويدا السباعى
٣١٥-	جرامشى فى العالم العربى	ميشيل بروندينو والطاهر لبيب	كاميليا صبحى
٣١٦-	محاكمة سقراط	أى. ف. ستون	نسيم مجلى
٣١٧-	بلا غد	س. شير لايموفا- س. زنيكين	أشرف الصباغ
٣١٨-	الأدب الروسى فى السنوات العشر الأخيرة	مجموعة من المؤلفين	أشرف الصباغ
٣١٩-	صور دريدا	جايترى سبيفاك وكرستوفر نوريس	حسام نايل
٣٢٠-	لمعة السراج لحضرة التاج	مؤلف مجهول	محمد علاء الدين منصور
٣٢١-	تاريخ إسبانيا الإسلامية (مج٢، جـ١)	ليفى برو فنسال	بإشراف: صلاح فضل
٣٢٢-	وجهات نظر حديثة فى تاريخ الفن الغربى	دبليو بوجين كلينباور	خالد مفلح حمزة
٣٢٣-	فن الساتورا	تراث يونانى قديم	هانم محمد فوزى
٣٢٤-	اللعب بالنار (رواية)	أشرف أسدى	محمود علاوى
٣٢٥-	عالم الآثار (رواية)	فيليب بوسان	كرستين يوسف
٣٢٦-	المعرفة والمصلحة	يورجين هابرماس	حسن صقر
٣٢٧-	مختارات شعرية مترجمة (جـ١)	نخبة	توفيق على منصور
٣٢٨-	يوسف وزليخا (شعر)	نور الدين عبد الرحمن الجامى	عبد العزيز بقوش
٣٢٩-	رسائل عيد الميلاد (شعر)	تد هيوز	محمد عيد إبراهيم
٣٣٠-	كل شىء عن التمثيل الصامت	مارفن شبرد	سامى صلاح
٣٣١-	عندما جاء السردين وقصص أخرى	ستيفن جراى	سامية دياب
٣٣٢-	شهر العسل وقصص أخرى	نخبة	على إبراهيم منوفى
٣٣٣-	الإسلام فى بريطانيا من ١٥٥٨-١٦٨٥	نبيل مطر	بكر عباس
٣٣٤-	لقطات من المستقبل	آرثر كلارك	مصطفى إبراهيم فهمى
٣٣٥-	عصر الشك: دراسات عن الرواية	ناتالى ساروت	فتحى العشرى
٣٣٦-	متون الأهرام	نصوص مصرية قديمة	حسن صابر
٣٣٧-	فلسفة الولاء	جوزايا رويس	أحمد الأنصارى
٣٣٨-	نظرات حائرة وقصص أخرى	نخبة	جلال الحفناوى
٣٣٩-	تاريخ الأدب فى إيران (جـ٣)	إدوارد براون	محمد علاء الدين منصور
٣٤٠-	اضطراب فى الشرق الأوسط	بيرش بيربروجلو	فخرى لبيب

٣٤١- قصائد من رلكه (شعر) — راينر ماريا ريلكه — حسن حلمى
٣٤٢- سلامان وأبسال (شعر) — نور الدين عبدالرحمن الجامى — عبد العزيز بقوش
٣٤٣- العالم البرجوازى الزائل (رواية) — نادين جورديمر — سمير عبد ربه
٣٤٤- الموت فى الشمس (رواية) — بيتر بالانجيو — سمير عبد ربه
٣٤٥- الركض خلف الزمان (شعر) — يونه ندائى — يوسف عبد الفتاح فرج
٣٤٦- سحر مصر — رشاد رشدى — جمال الجزيرى
٣٤٧- الصبية الطائشون (رواية) — جان كوكتو — بكر الحلو
٣٤٨- المتصوفة الأولون فى الأدب التركى (جـ١) — محمد فؤاد كوبريلى — عبدالله أحمد إبراهيم
٣٤٩- دليل القارئ إلى الثقافة الجادة — أرثر والدهورن وآخرون — أحمد عمر شاهين
٣٥٠- بانوراما الحياة السياحية — مجموعة من المؤلفين — عطية شحاتة
٣٥١- مبادئ المنطق — جوزايا رويس — أحمد الانصارى
٣٥٢- قصائد من كفافيس — قسطنطين كفافيس — نعيم عطية
٣٥٣- الفن الإسلامى فى الأندلس: الزخرفة الهندسية — باسيليو بابون مالدونادو — على إبراهيم منوفى
٣٥٤- الفن الإسلامى فى الأندلس: الزخرفة النباتية — باسيليو بابون مالدونادو — على إبراهيم منوفى
٣٥٥- التيارات السياسية فى إيران المعاصرة — حجت مرتجى — محمود علاوى
٣٥٦- الميراث المر — بول سالم — بدر الرفاعى
٣٥٧- متون هرمس — تيموثى فريك وبيتر غاندى — عمر الفاروق عمر
٣٥٨- أمثال الهوسا العامية — نخبة — مصطفى حجازى السيد
٣٥٩- محاورة بارمنيدس — أفلاطون — حبيب الشارونى
٣٦٠- أنثروبولوجيا اللغة — أندريه جاكوب ونويلا باركان — ليلى الشربينى
٣٦١- التصحر: التهديد والمجابهة — آلان جرينجر — عاطف معتمد وآمال شاور
٣٦٢- تلميذ بابنبرج (رواية) — هاينرش شبورل — سيد أحمد فتح الله
٣٦٣- حركات التحرير الأفريقية — ريتشارد جيبسون — صبرى محمد حسن
٣٦٤- حداثة شكسبير — إسماعيل سراج الدين — نجلاء أبو عجاج
٣٦٥- سأم باريس (شعر) — شارل بودلير — محمد أحمد حمد
٣٦٦- نساء يركضن مع الذئاب — كلاريسا بنكولا — مصطفى محمود محمد
٣٦٧- القلم الجرىء — مجموعة من المؤلفين — البراق عبدالهادى رضا
٣٦٨- المصطلح السردى: معجم مصطلحات — جيرالد برنس — عابد خزندار
٣٦٩- المرأة فى أدب نجيب محفوظ — فوزية العشماوى — فوزية العشماوى
٣٧٠- الفن والحياة فى مصر الفرعونية — كليرلا لويت — فاطمة عبدالله محمود
٣٧١- المتصوفة الأولون فى الأدب التركى (جـ٢) — محمد فؤاد كوبريلى — عبدالله أحمد إبراهيم
٣٧٢- عاش الشباب (رواية) — وانغ مينغ — وحيد السعيد عبدالحميد
٣٧٣- كيف تعد رسالة دكتوراه — أومبرتو إيكو — على إبراهيم منوفى
٣٧٤- اليوم السادس (رواية) — أندريه شديد — حمادة إبراهيم
٣٧٥- الخلود (رواية) — ميلان كونديرا — خالد أبو اليزيد
٣٧٦- الغضب وأحلام السنين (مسرحيات) — جان أنوى وآخرون — إدوار الخراط
٣٧٧- تاريخ الأدب فى إيران (جـ٤) — إدوارد براون — محمد علاء الدين منصور
٣٧٨- المسافر (شعر) — محمد إقبال — يوسف عبدالفتاح فرج

-٣٧٩	ملك فى الحديقة (رواية)	سنيل باث	جمال عبدالرحمن
-٣٨٠	حديث عن الخسارة	جونتر جراس	شيرين عبدالسلام
-٣٨١	أساسيات اللغة	ر. ل. تراسك	رانيا إبراهيم يوسف
-٣٨٢	تاريخ طبرستان	بهاء الدين محمد اسفنديار	أحمد محمد نادى
-٣٨٣	هدية الحجاز (شعر)	محمد إقبال	سمير عبدالحميد إبراهيم
-٣٨٤	القصص التى يحكيها الأطفال	سوزان إنجيل	إيزابيل كمال
-٣٨٥	مشترى العشق (رواية)	محمد على بهزادراد	يوسف عبدالفتاح فرج
-٣٨٦	دفاعًا عن التاريخ الأدبى النسوى	جانيت تود	ريهام حسين إبراهيم
-٣٨٧	أغنيات وسوناتات (شعر)	چون دن	بهاء چاهين
-٣٨٨	مواعظ سعدى الشيرازى (شعر)	سعدى الشيرازى	محمد علاء الدين منصور
-٣٨٩	تفاهم وقصص أخرى	نخبة	سمير عبدالحميد إبراهيم
-٣٩٠	الأرشيفات والمدن الكبرى	إم. فى. روبرتس	عثمان مصطفى عثمان
-٣٩١	الحافلة الليلكية (رواية)	مايف بينشى	منى الدروبى
-٣٩٢	مقامات ورسائل أندلسية	فرناندو دى لاجرانجا	عبداللطيف عبدالحليم
-٣٩٣	فى قلب الشرق	ندوة لويس ماسينيون	زينب محمود الخضيرى
-٣٩٤	القوى الأربع الأساسية فى الكون	بول ديفيز	هاشم أحمد محمد
-٣٩٥	آلام سياوش (رواية)	إسماعيل فصيح	سليم عبد الأمير حمدان
-٣٩٦	السافاك	تقى نجارى راد	محمود علاوى
-٣٩٧	أقدم لك: نيتشه	لورانس جين وكيتى شين	إمام عبدالفتاح إمام
-٣٩٨	أقدم لك: سارتر	فيليب تودى وهوارد ريد	إمام عبدالفتاح إمام
-٣٩٩	أقدم لك: كامى	ديفيد ميروفتش وآلن كوركس	إمام عبدالفتاح إمام
-٤٠٠	مومو (رواية)	ميشائيل إنده	باهر الجوهرى
-٤٠١	أقدم لك: علم الرياضيات	زياودن ساردر وآخرون	ممدوح عبد المنعم
-٤٠٢	أقدم لك: ستيفن هوكنج	ج. ب. ماك إيفوى وأوسكار زاريت	ممدوح عبدالمنعم
-٤٠٣	ربة المطر والملابس تصنع الناس (روايتان)	تودور شتورم وجوتفرد كولر	عماد حسن بكر
-٤٠٤	تعويذة الحسى	ديفيد إبرام	ظبية خميس
-٤٠٥	إيزابيل (رواية)	أندريه جيد	حمادة إبراهيم
-٤٠٦	المستعربون الإسبان فى القرن ١٩	مانويلا مانتاناريس	جمال عبد الرحمن
-٤٠٧	الأدب الإسبانى المعاصر بأقلام كتابه	مجموعة من المؤلفين	طلعت شاهين
-٤٠٨	معجم تاريخ مصر	چوان فوتشركنج	عنان الشهاوى
-٤٠٩	انتصار السعادة	برتراند راسل	إلهامى عمارة
-٤١٠	خلاصة القرن	كارل بوبر	الزواوى بغورة
-٤١١	همس من الماضى	چينيفر أكرمان	أحمد مستجير
-٤١٢	تاريخ إسبانيا الإسلامية (مج٢، جـ٢)	ليفى بروفنسال	بإشراف: صلاح فضل
-٤١٣	أغنيات المنفى (شعر)	ناظم حكمت	محمد البخارى
-٤١٤	الجمهورية العالمية للآداب	باسكال كازانوفا	أمل الصبان
-٤١٥	صورة كوكب (مسرحية)	فريدريش دورينمات	أحمد كامل عبدالرحيم
-٤١٦	مبادئ النقد الأدبى والعلم والشعر	أ. أ. رتشاردز	محمد مصطفى بدوى

٤١٧- تاريخ النقد الأدبى الحديث (جـ٥)	رينيه ويليك	مجاهد عبدالمنعم مجاهد
٤١٨- سياسات الزمر الحاكمة فى مصر العثمانية	چين هاثواى	عبد الرحمن الشيخ
٤١٩- العصر الذهبى للإسكندرية	چون مارلو	نسيم مجلى
٤٢٠- مكرو ميجاس (قصة فلسفية)	ڤولتير	الطيب بن رجب
٤٢١- الولاء والقيادة فى المجتمع الإسلامى الأول	روى متحدة	أشرف كيلانى
٤٢٢- رحلة لاستكشاف أفريقيا (جـ١)	ثلاثة من الرحالة	عبدالله عبدالرازق إبراهيم
٤٢٣- إسراءات الرجل الطيف	نخبة	وحيد النقاش
٤٢٤- لوائح الحق ولوامع العشق (شعر)	نور الدين عبدالرحمن الجامى	محمد علاء الدين منصور
٤٢٥- من طاووس إلى فرح	محمود طلوعى	محمود علاوى
٤٢٦- الخفافيش وقصص أخرى	نخبة	محمد علاء الدين منصور وعبد الحفيظ يعقوب
٤٢٧- بانديراس الطاغية (رواية)	باى إنكلان	ثريا شلبى
٤٢٨- الخزانة الخفية	محمد هوتك بن داود خان	محمد أمان صافى
٤٢٩- أقدم لك: هيجل	ليود سپنسر وأندزجى كروز	إمام عبدالفتاح إمام
٤٣٠- أقدم لك: كانط	كرستوفر وانت وأندزجى كليموفسكى	إمام عبدالفتاح إمام
٤٣١- أقدم لك: فوكو	كريس هوروكس وزوران جفتيك	إمام عبدالفتاح إمام
٤٣٢- أقدم لك: ماكياڤللى	پاتريك كيرى وأوسكار زاريت	إمام عبدالفتاح إمام
٤٣٣- أقدم لك: جويس	ديڤيد نوريس وكارل فلنت	حمدى الجابرى
٤٣٤- أقدم لك: الرومانسية	دونكان هيث وچودى بورهام	عصام حجازى
٤٣٥- توجهات ما بعد الحداثة	نيكولاس زربرج	ناجى رشوان
٤٣٦- تاريخ الفلسفة (مج١)	فردريك كوبلستون	إمام عبدالفتاح إمام
٤٣٧- رحالة هندى فى بلاد الشرق العربى	شبلى النعمانى	جلال الحفناوى
٤٣٨- بطلات وضحايا	إيمان ضياء الدين بيبرس	عايدة سيف الدولة
٤٣٩- موت المرابى (رواية)	صدر الدين عينى	محمد علاء الدين منصور وعبد الحفيظ يعقوب
٤٤٠- قواعد اللهجات العربية الحديثة	كرستن بروستاد	محمد طارق الشرقاوى
٤٤١- رب الأشياء الصغيرة (رواية)	أرونداتى روى	فخرى لبيب
٤٤٢- حتشبسوت: المرأة الفرعونية	فوزية أسعد	ماهر جويجاتى
٤٤٣- اللغة العربية: تاريخها ومستوياتها وتأثيرها	كيس فرستيغ	محمد طارق الشرقاوى
٤٤٤- أمريكا اللاتينية: الثقافات القديمة	لاوريت سيجورنه	صالح علمانى
٤٤٥- حول وزن الشعر	پرويز ناتل خانلرى	محمد محمد يونس
٤٤٦- التحالف الأسود	ألكسندر كوكبرن وجيفرى سانت كلير	أحمد محمود
٤٤٧- ملحمة السيد	تراث شعبى إسبانى	الطاهر أحمد مكى
٤٤٨- الفلاحون (ميراث الترجمة)	الأب عيروط	محى الدين اللبان ووليم داوود مرقس
٤٤٩- أقدم لك: الحركة النسوية	نخبة	جمال الجزيرى
٤٥٠- أقدم لك: ما بعد الحركة النسوية	صوفيا فوكا ورببيكا رايت	جمال الجزيرى
٤٥١- أقدم لك: الفلسفة الشرقية	ريتشارد أوزبورن وبورن ڤان لون	إمام عبد الفتاح إمام
٤٥٢- أقدم لك: لينين والثورة الروسية	ريتشارد إبيجنانزى وأوسكار زاريت	محيى الدين مزيد
٤٥٣- القاهرة: إقامة مدينة حديثة	چان لوك أرنو	حليم طوسون وفؤاد الدهان
٤٥٤- خمسون عاماً من السينما الفرنسية	رينيه بريدال	سوزان خليل

٤٥٥- تاريخ الفلسفة الحديثة (مج٥)	فردريك كوبلستون	محمود سيد أحمد
٤٥٦- لا تنسنى (رواية)	مريم جعفرى	هويدا عزت محمد
٤٥٧- النساء فى الفكر السياسى الغربى	سوزان موللر أوكين	إمام عبدالفتاح إمام
٤٥٨- الموريسكيون الأندلسيون	مرثيديس غارثيا أرينال	جمال عبد الرحمن
٤٥٩- نحو مفهوم لاقتصاديات الموارد الطبيعية	توم تيتنبرج	جلال البنا
٤٦٠- أقدم لك: الفاشية والنازية	ستوارت هود وليتزا جانستز	إمام عبدالفتاح إمام
٤٦١- أقدم لك: لكان	داريان ليدر وجودى جروفز	إمام عبدالفتاح إمام
٤٦٢- طه حسين من الأزهر إلى السوربون	عبدالرشيد الصادق محمودى	عبدالرشيد الصادق محمودى
٤٦٣- الدولة المارقة	ويليام بلوم	كمال السيد
٤٦٤- ديمقراطية للقلة	مايكل بارنتى	حصة إبراهيم المنيف
٤٦٥- قصص اليهود	لويس جنزبيرج	جمال الرفاعى
٤٦٦- حكايات حب وبطولات فرعونية	ڤيولين فانويك	فاطمة عبد الله
٤٦٧- التفكير السياسى والنظرة السياسية	ستيفين ديلو	ربيع وهبة
٤٦٨- روح الفلسفة الحديثة	چوزايا رويس	أحمد الأنصارى
٤٦٩- جلال الملوك	نصوص حبشية قديمة	مجدى عبدالرازق
٤٧٠- الأراضى والجودة البيئية	جارى م. بيرزنسكى وآخرون	محمد السيد النتة
٤٧١- رحلة لاستكشاف أفريقيا (جـ٢)	ثلاثة من الرحالة	عبد الله عبد الرازق إبراهيم
٤٧٢- دون كيخوتى (القسم الأول)	ميجيل دى ثربانتس سابيدرا	سليمان العطار
٤٧٣- دون كيخوتى (القسم الثانى)	ميجيل دى ثربانتس سابيدرا	سليمان العطار
٤٧٤- الأدب والنسوية	بام موريس	سهام عبدالسلام
٤٧٥- صوت مصر: أم كلثوم	ڤرچينيا دانيلسون	عادل هلال عنانى
٤٧٦- أرض الحبايب بعيدة: بيرم التونسى	ماريلين بوث	سحر توفيق
٤٧٧- تاريخ الصين منذ ما قبل التاريخ حتى القرن العشرين	هيلدا هوخام	أشرف كيلانى
٤٧٨- الصين والولايات المتحدة	ليوشيه شنج و لى شى دونج	عبد العزيز حمدى
٤٧٩- المقهـــى (مسرحية)	لاو شه	عبد العزيز حمدى
٤٨٠- تساى ون جى (مسرحية)	كو مو روا	عبد العزيز حمدى
٤٨١- بردة النبى	روى متحدة	رضوان السيد
٤٨٢- موسوعة الأساطير والرموز الفرعونية	روبير چاك تيبو	فاطمة عبد الله
٤٨٣- النسوية وما بعد النسوية	سارة چامبل	أحمد الشامى
٤٨٤- جمالية التلقى	هانسن روبيرت ياوس	رشيد بنحدو
٤٨٥- التوبة (رواية)	نذير أحمد الدهلوى	سمير عبدالحميد إبراهيم
٤٨٦- الذاكرة الحضارية	يان أسمن	عبدالحليم عبدالغنى رجب
٤٨٧- الرحلة الهندية إلى الجزيرة العربية	رفيع الدين المراد آبادى	سمير عبدالحميد إبراهيم
٤٨٨- الحب الذى كان وقصائد أخرى	نخبة	سمير عبدالحميد إبراهيم
٤٨٩- هُسرل: الفلسفة علمًا دقيقًا	إدموند هُسرل	محمود رجب
٤٩٠- أسمار الببغاء	محمد قادرى	عبد الوهاب علوب
٤٩١- نصوص قصصية من روائع الأدب الأفريقى	نخبة	سمير عبد ربه
٤٩٢- محمد على مؤسس مصر الحديثة	چى ڤارچيت	محمد رفعت عواد

٤٩٣-	خطابات إلى طالب الصوتيات	هارولد بالمر	محمد صالح الضالع
٤٩٤-	كتاب الموتى: الخروج فى النهار	نصوص مصرية قديمة	شريف الصيفى
٤٩٥-	اللوبى	إدوارد تيفان	حسن عبد ربه المصرى
٤٩٦-	الحكم والسياسة فى أفريقيا (جـ١)	إكوانو بانولى	مجموعة من المترجمين
٤٩٧-	العلمانية والنوع والدولة فى الشرق الأوسط	نادية العلى	مصطفى رياض
٤٩٨-	النساء والنوع فى الشرق الأوسط الحديث	جوديث تاكر ومارجريت مريودز	أحمد على بدوى
٤٩٩-	تقاطعات: الأمة والمجتمع والنوع	مجموعة من المؤلفين	فيصل بن خضراء
٥٠٠-	فى طفولتى: دراسة فى السيرة الذاتية العربية	تيتز رووكى	طلعت الشايب
٥٠١-	تاريخ النساء فى الغرب (جـ١)	أرثر جولد هامر	سحر فراج
٥٠٢-	أصوات بديلة	مجموعة من المؤلفين	هالة كمال
٥٠٣-	مختارات من الشعر الفارسى الحديث	نخبة من الشعراء	محمد نور الدين عبدالمنعم
٥٠٤-	كتابات أساسية (جـ١)	مارتن هايدجر	إسماعيل المصدق
٥٠٥-	كتابات أساسية (جـ٢)	مارتن هايدجر	إسماعيل المصدق
٥٠٦-	ربما كان قديساً (رواية)	آن تيلر	عبدالحميد فهمى الجمال
٥٠٧-	سيدة الماضى الجميل (مسرحية)	بيتر شيفر	شوقى فهيم
٥٠٨-	المولوية بعد جلال الدين الرومى	عبدالباقى جلبنارلى	عبدالله أحمد إبراهيم
٥٠٩-	الفقر والإحسان فى عصر سلاطين المماليك	آدم صبرة	قاسم عبده قاسم
٥١٠-	الأرملة الماكرة (مسرحية)	كارلو جولدونى	عبدالرازق عيد
٥١١-	كوكب مرقّع (رواية)	آن تيلر	عبدالحميد فهمى الجمال
٥١٢-	كتابة النقد السينمائى	تيموثى كوريجان	جمال عبد الناصر
٥١٣-	العلم الجسور	تيد أنتون	مصطفى إبراهيم فهمى
٥١٤-	مدخل إلى النظرية الأدبية	چونثان كولر	مصطفى بيومى عبد السلام
٥١٥-	من التقليد إلى ما بعد الحداثة	فدوى مالطى دوجلاس	فدوى مالطى دوجلاس
٥١٦-	إرادة الإنسان فى علاج الإدمان	أرنولد واشنطون ودونا باوندى	صبرى محمد حسن
٥١٧-	نقش على الماء وقصص أخرى	نخبة	سمير عبد الحميد إبراهيم
٥١٨-	استكشاف الأرض والكون	إسحق عظيموف	هاشم أحمد محمد
٥١٩-	محاضرات فى المثالية الحديثة	جوزايا رويس	أحمد الأنصارى
٥٢٠-	الولع الفرنسى بمصر من الحلم إلى المشروع	أحمد يوسف	أمل الصبان
٥٢١-	قاموس تراجم مصر الحديثة	أرثر جولد سميث	عبدالوهاب بكر
٥٢٢-	إسبانيا فى تاريخها	أميركو كاسترو	على إبراهيم منوفى
٥٢٣-	الفن الطليطلى الإسلامى والمدجن	باسيليو بابون مالدونادو	على إبراهيم منوفى
٥٢٤-	الملك لير (مسرحية)	وليم شكسبير	محمد مصطفى بدوى
٥٢٥-	موسم صيد فى بيروت وقصص أخرى	دنيس جونسون	نادية رفعت
٥٢٦-	أقدم لك: السياسة البيئية	ستيفن كرول ووليم رانكين	محيى الدين مزيد
٥٢٧-	أقدم لك: كافكا	ديفيد زين ميروفتس وروبرت كرمب	جمال الجزيرى
٥٢٨-	أقدم لك: تروتسكى والماركسية	طارق على وفِلْ إيفانز	جمال الجزيرى
٥٢٩-	بدائع العلامة إقبال فى شعره الأردى	محمد إقبال	حازم محفوظ
٥٣٠-	مدخل عام إلى فهم النظريات التراثية	رينيه چينو	عمر الفاروق عمر

٥٣١-	ما الذي حَدَثَ في «حَدَث» ١١ سبتمبر؟	چاك دريدا	صفاء فتحي
٥٣٢-	المغامرُ والمستشرق	هنري لورنس	بشير السباعي
٥٣٣-	تعلُّم اللغة الثانية	سوزان جاس	محمد طارق الشرقاوي
٥٣٤-	الإسلاميون الجزائريون	سيڤرين لابا	حمادة إبراهيم
٥٣٥-	مخزن الأسرار (شعر)	نظامي الكنجوي	عبدالعزيز بقوش
٥٣٦-	الثقافات وقيم التقدم	صمويل هنتنجتون ولورانس هاريزون	شوقي جلال
٥٣٧-	للحب والحرية (شعر)	نخبة	عبدالغفار مكاوي
٥٣٨-	النفس والآخر في قصص يوسف الشاروني	كيت دانيلر	محمد الحديدي
٥٣٩-	خمس مسرحيات قصيرة	كاريل تشرشل	محسن مصيلحي
٥٤٠-	توجهات بريطانية - شرقية	السير رونالد ستورس	رءوف عباس
٥٤١-	هي تتخيل وهلاوس أخرى	خوان خوسيه مياس	مروة رزق
٥٤٢-	قصص مختارة من الأدب اليوناني الحديث	نخبة	نعيم عطية
٥٤٣-	أقدم لك: السياسة الأمريكية	پاتريك بروجان وكريس جرات	وفاء عبدالقادر
٥٤٤-	أقدم لك: ميلاني كلاين	روبرت هنشل وآخرون	حمدي الجابري
٥٤٥-	يا له من سباق محموم	فرانسيس كريك	عزت عامر
٥٤٦-	ريموس	ت. ب. وايزمان	توفيق على منصور
٥٤٧-	أقدم لك: بارت	فيليب تودي وآن كورس	جمال الجزيري
٥٤٨-	أقدم لك: علم الاجتماع	ريتشارد أوزبرن وبورن فان لون	حمدي الجابري
٥٤٩-	أقدم لك: علم العلامات	بول كوبلي وليتاجانز	جمال الجزيري
٥٥٠-	أقدم لك: شكسبير	نيك جروم وبيرو	حمدي الجابري
٥٥١-	الموسيقى والعولمة	سايمون ماندي	سمحة الخولي
٥٥٢-	قصص مثالية	ميجيل دي ثربانتس	على عبد الرءوف البمبي
٥٥٣-	مدخل للشعر الفرنسي الحديث والمعاصر	دانيال لوفرس	رجاء ياقوت
٥٥٤-	مصر في عهد محمد على	عفاف لطفي السيد مارسوه	عبدالسميع عمر زين الدين
٥٥٥-	الإستراتيجية الأمريكية للقرن الحادي والعشرين	أناتولي أوتكين	أنور محمد إبراهيم ومحمد نصرالدين الجبالي
٥٥٦-	أقدم لك: چان بودريار	كريس هوروكس وزوران جيفتك	حمدي الجابري
٥٥٧-	أقدم لك: الماركيز دي ساد	ستوارت هود وجراهام كرولي	إمام عبدالفتاح إمام
٥٥٨-	أقدم لك: الدراسات الثقافية	زيودين ساردارويورين ڤان لون	إمام عبدالفتاح إمام
٥٥٩-	الماس الزائف (رواية)	تشا تشاجي	عبدالحي أحمد سالم
٥٦٠-	صلصلة الجرس (شعر)	محمد إقبال	جلال السعيد الحفناوي
٥٦١-	جناح جبريل (شعر)	محمد إقبال	جلال السعيد الحفناوي
٥٦٢-	بلايين وبلايين	كارل ساجان	عزت عامر
٥٦٣-	ورود الخريف (مسرحية)	خاثينتو بينابينتي	صبري محمدي التهامي
٥٦٤-	عُش الغريب (مسرحية)	خاثينتو بينابينتي	صبري محمدي التهامي
٥٦٥-	الشرق الأوسط المعاصر	ديبورا ج. جيرنر	أحمد عبدالحميد أحمد
٥٦٦-	تاريخ أوروبا في العصور الوسطى	موريس بيشوب	على السيد على
٥٦٧-	الوطن المغتصب	مايكل رايس	إبراهيم سلامة إبراهيم
٥٦٨-	الأصولي في الرواية	عبد السلام حيدر	عبد السلام حيدر

٥٦٩-	موقع الثقافة	هومى بابا	ثائر ديب
٥٧٠-	دول الخليج الفارسى	سير رويرت هاى	يوسف الشارونى
٥٧١-	تاريخ النقد الإسبانى المعاصر	إيميليا دى ثوليتا	السيد عبد الظاهر
٥٧٢-	الطب فى زمن الفراعنة	برونو أليوا	كمال السيد
٥٧٣-	أقدم لك: فرويد	ريتشارد ابيجنانس وأسكار زارتى	جمال الجزيرى
٥٧٤-	مصر القديمة فى عيون الإيرانيين	حسن بيرنيا	علاء الدين السباعى
٥٧٥-	الاقتصاد السياسى للعولمة	نجير وودز	أحمد محمود
٥٧٦-	فكر ثربانتس	أمريكو كاسترو	ناهد العشرى محمد
٥٧٧-	مغامرات بينوكيو	كارلو كولودى	محمد قدرى عمارة
٥٧٨-	الجماليات عند كيتس وهنت	أيومى ميزوكوشى	محمد إبراهيم وعصام عبد الروف
٥٧٩-	أقدم لك: تشومسكى	چون ماهر وچودى جرونز	محيى الدين مزيد
٥٨٠-	دائرة المعارف الدولية (مج١)	چون فيزر وبول سيترجز	بإشراف: محمد فتحى عبدالهادى
٥٨١-	الحمقى يموتون (رواية)	ماريو بوزو	سليم عبد الأمير حمدان
٥٨٢-	مرايا على الذات (رواية)	هوشنك كلشيرى	سليم عبد الأمير حمدان
٥٨٣-	الجيران (رواية)	أحمد محمود	سليم عبد الأمير حمدان
٥٨٤-	سفر (رواية)	محمود دولت أبادى	سليم عبد الأمير حمدان
٥٨٥-	الأمير احتجاب (رواية)	هوشنك كلشيرى	سليم عبد الأمير حمدان
٥٨٦-	السينما العربية والأفريقية	ليزبيث مالكموس وروى أرمز	سهام عبد السلام
٥٨٧-	تاريخ تطور الفكر الصينى	مجموعة من المؤلفين	عبدالعزيز حمدى
٥٨٨-	أمنحوتپ الثالث	أنييس كابرول	ماهر جويجاتى
٥٨٩-	تمبكت العجيبة	فيلكس ديبوا	عبدالله عبدالرازق إبراهيم
٥٩٠-	أساطير من الموروثات الشعبية الفنلندية	نخبة	محمود مهدى عبدالله
٥٩١-	الشاعر والمفكر	هوراتيوس	على عبدالتواب على وصلاح رمضان السيد
٥٩٢-	الثورة المصرية (جـ١)	محمد صبرى السوربونى	مجدى عبدالحافظ وعلى كورخان
٥٩٣-	قصائد ساحرة	پول ڤاليرى	بكر الحلو
٥٩٤-	القلب السمين (قصة أطفال)	سوزانا تامارو	أمانى فوزى
٥٩٥-	الحكم والسياسة فى أفريقيا (جـ٢)	إكوانو بانولى	مجموعة من المترجمين
٥٩٦-	الصحة العقلية فى العالم	روبرت ديجارليه وآخرون	إيهاب عبدالرحيم محمد
٥٩٧-	مسلمو غرناطة	خوليو كاروباروخا	جمال عبدالرحمن
٥٩٨-	مصر وكنعان وإسرائيل	دونالد ريدفورد	بيومى على قنديل
٥٩٩-	فلسفة الشرق	هرداد مهرين	محمود علاوى
٦٠٠-	الإسلام فى التاريخ	برنارد لويس	مدحت طه
٦٠١-	النسوية والمواطنة	ريان ڤوت	أيمن بكر وسمر الشيشكلى
٦٠٢-	ليوتار:نحو فلسفة ما بعد حداثية	چيمس وليامز	إيمان عبدالعزيز
٦٠٣-	النقد الثقافى	أرثر أيزابرجر	وفاء إبراهيم ورمضان بسطاويسى
٦٠٤-	الكوارث الطبيعية (مج١)	پاتريك ل. أبوت	توفيق على منصور
٦٠٥-	مخاطر كوكبنا المضطرب	إرنست زيبروسكى (الصغير)	مصطفى إبراهيم فهمى
٦٠٦-	قصة البردى اليونانى فى مصر	ريتشارد هاريس	محمود إبراهيم السعدنى

٦٠٧- قلب الجزيرة العربية (جـ١)	هارى سينت فيلبى	صبرى محمد حسن
٦٠٨- قلب الجزيرة العربية (جـ٢)	هارى سينت فيلبى	صبرى محمد حسن
٦٠٩- الانتخاب الثقافى	أجنر فوج	شوقى جلال
٦١٠- العمارة المدجنة	رفائيل لويث جوثمان	على إبراهيم منوفى
٦١١- النقد والأيديولوجية	تيرى إيجلتون	فخرى صالح
٦١٢- رسالة النفسية	فضل الله بن حامد الحسينى	محمد محمد يونس
٦١٣- السياحة والسياسة	كولن مايكل هول	محمد فريد حجاب
٦١٤- بيت الأقصر الكبير(رواية)	فوزية أسعد	منى قطان
٦١٥- عرض الأحداث التى وقعت فى بغداد من ١٩٩٧ إلى ١٩٩٩	أليس بسيرينى	محمد رفعت عواد
٦١٦- أساطير بيضاء	روبرت يانج	أحمد محمود
٦١٧- الفولكلور والبحر	هوراس بيك	أحمد محمود
٦١٨- نحو مفهوم لاقتصاديات الصحة	تشارلز فيلبس	جلال البنا
٦١٩- مفاتيح أورشليم القدس	ريمون استانبولى	عايدة الباجورى
٦٢٠- السلام الصليبى	توماش ماستناك	بشير السباعى
٦٢١- رباعيات الخيام (ميراث الترجمة)	عمر الخيام	محمد السباعى
٦٢٢- أشعار من عالم اسمه الصين	أى تشينغ	أمير نبيه وعبدالرحمن حجازى
٦٢٣- نوادر جحا الإيرانى	سعيد قانعى	يوسف عبدالفتاح
٦٢٤- شعر المرأة الأفريقية	نخبة	غادة الحلوانى
٦٢٥- الجرح السرى	جان جينيه	محمد برادة
٦٢٦- مختارات شعرية مترجمة (جـ٢)	نخبة	توفيق على منصور
٦٢٧- حكايات إيرانية	نخبة	عبدالوهاب علوب
٦٢٨- أصل الأنواع	تشارلس داروين	مجدى محمود المليجى
٦٢٩- قرن آخر من الهيمنة الأمريكية	نيقولاس جويات	عزة الخميسى
٦٣٠- سيرتى الذاتية	أحمد بللو	صبرى محمد حسن
٦٣١- مختارات من الشعر الأفريقى المعاصر	نخبة	بإشراف: حسن طلب
٦٣٢- المسلمون واليهود فى مملكة فالنسيا	دولورس برامون	رانيا محمد
٦٣٣- الحب وفنونه (شعر)	نخبة	حمادة إبراهيم
٦٣٤- مكتبة الإسكندرية	روى ماكلويد وإسماعيل سراج الدين	مصطفى البهنساوى
٦٣٥- التثبيت والتكيف فى مصر	جودة عبد الخالق	سمير كريم
٦٣٦- حج يولندة	جناب شهاب الدين	سامية محمد جلال
٦٣٧- مصر الخديوية	ف. روبرت هنتر	بدر الرفاعى
٦٣٨- الديمقراطية والشعر	روبرت بن وارين	فؤاد عبد المطلب
٦٣٩- فندق الأرق (شعر)	تشارلز سيميك	أحمد شافعى
٦٤٠- ألكسياد	الأميرة أناكومنينا	حسن حبشى
٦٤١- برتراند رسل (مختارات)	برتراند رسل	محمد قدرى عمارة
٦٤٢- أقدم لك: داروين والتطور	جوناثان ميلر وبورين فان لون	ممدوح عبد المنعم
٦٤٣- سفرنامه حجاز (شعر)	عبد الماجد الدريابادى	سمير عبدالحميد إبراهيم
٦٤٤- العلوم عند المسلمين	هوارد د.تيرنر	فتح الله الشيخ

٦٤٥- السياسة الخارجية الأمريكية ومصادرها الداخلية   تشارلز كجلى ويوچين ويتكوف   عبد الوهاب علوب
٦٤٦- قصة الثورة الإيرانية   سيهر ذبيح   عبد الوهاب علوب
٦٤٧- رسائل من مصر   چون نينيه   فتحى العشرى
٦٤٨- بورخيس   بياتريث سارلو   خليل كلفت
٦٤٩- الخوف وقصص خرافية أخرى   چى دى موباسان   سحر يوسف
٦٥٠- الدولة والسلطة والسياسة فى الشرق الأوسط   روچر أوين   عبد الوهاب علوب
٦٥١- ديليسبس الذى لا نعرفه   وثائق قديمة   أمل الصبان
٦٥٢- آلهة مصر القديمة   كلود ترونكر   حسن نصر الدين
٦٥٣- مدرسة الطغاة (مسرحية)   إيريش كستنر   سمير جريس
٦٥٤- أساطير شعبية من أوزبكستان (جـ١)   نصوص قديمة   عبد الرحمن الخميسى
٦٥٥- أساطير وآلهة   إيزابيل فرانكو   حليم طوسون ومحمود ماهر طه
٦٥٦- خبز الشعب والأرض الحمراء (مسرحيتان)   ألفونسو ساسترى   ممدوح البستاوى
٦٥٧- محاكم التفتيش والموريسكيون   مرثيديس غارثيا أرينال   خالد عباس
٦٥٨- حوارات مع خوان رامون خيمينيث   خوان رامون خيمينيث   صبرى التهامى
٦٥٩- قصائد من إسبانيا وأمريكا اللاتينية   نخبة   عبداللطيف عبدالحليم
٦٦٠- نافذة على أحدث العلوم   ريتشارد فايفيلد   هاشم أحمد محمد
٦٦١- روائع أندلسية إسلامية   نخبة   صبرى التهامى
٦٦٢- رحلة إلى الجذور   داسو سالديبار   صبرى التهامى
٦٦٣- امرأة عادية   ليوسيل كليفتون   أحمد شافعى
٦٦٤- الرجل على الشاشة   ستيفن كوهان وإنا راى هارك   عصام زكريا
٦٦٥- عوالم أخرى   بول داڤيز   هاشم أحمد محمد
٦٦٦- تطور الصورة الشعرية عند شكسبير   ولفجانج اتش كليمن   جمال عبد الناصر ومدحت الجيار وجمال جاد الرب
٦٦٧- الأزمة القادمة لعلم الاجتماع الغربى   ألڤن جولدنر   على ليلة
٦٦٨- ثقافات العولمة   فريدريك چيمسون وماساو ميوشى   ليلى الجبالى
٦٦٩- ثلاث مسرحيات   وول شوينكا   نسيم مجلى
٦٧٠- أشعار جوستاف أدولفو   جوستاف أدولفو بكر   ماهر البطوطى
٦٧١- قل لى كم مضى على رحيل القطار؟   چيمس بولدوين   على عبدالأمير صالح
٦٧٢- مختارات من الشعر الفرنسى للأطفال   نخبة   إبتهال سالم
٦٧٣- ضرب الكليم (شعر)   محمد إقبال   جلال الحفناوى
٦٧٤- ديوان الإمام الخمينى   آية الله العظمى الخمينى   محمد علاء الدين منصور
٦٧٥- أثينا السوداء (جـ٢، مج١)   مارتن برنال   بإشراف: محمود إبراهيم السعدنى
٦٧٦- أثينا السوداء (جـ٢، مج٢)   مارتن برنال   بإشراف: محمود إبراهيم السعدنى
٦٧٧- تاريخ الأدب فى إيران (جـ١ ، مج١)   إدوارد جرانڤيل براون   أحمد كمال الدين حلمى
٦٧٨- تاريخ الأدب فى إيران (جـ١ ، مج٢)   إدوارد جرانڤيل براون   أحمد كمال الدين حلمى
٦٧٩- مختارات شعرية مترجمة (جـ٢)   وليام شكسبير   توفيق على منصور
٦٨٠- المدينة الفاضلة (ميراث الترجمة)   كارل ل. بيكر   محمد شفيق غربال
٦٨١- هل يوجد نص فى هذا الفصل؟   ستانلى فش   أحمد الشيمى
٦٨٢- نجوم حظر التجوال الجديد (رواية)   بن أوكرى   صبرى محمد حسن

٦٨٣-	سكين واحد لكل رجل (رواية)	تى. م. ألوكو	صبرى محمد حسن
٦٨٤-	الأعمال القصصية الكاملة (أنا كندا) (جـ١)	أوراثيو كيروجا	رزق أحمد بهنسى
٦٨٥-	الأعمال القصصية الكاملة (الصحراء) (جـ٢)	أوراثيو كيروجا	رزق أحمد بهنسى
٦٨٦-	امرأة محاربة (رواية)	ماكسين هونج كنجستون	سحر توفيق
٦٨٧-	محبوبة (رواية)	فتانة حاج سيد جوادى	ماجدة العنانى
٦٨٨-	الانفجارات الثلاثة العظمى	فيليب م. دوير وريتشارد أ. موار	فتح الله الشيخ وأحمد السماحى
٦٨٩-	الملف (مسرحية)	تادروش روجيفيتش	هناء عبد الفتاح
٦٩٠-	محاكم التفتيش فى فرنسا	(مختارات)	رمسيس عوض
٦٩١-	ألبرت أينشتين: حياته وغرامياته	(مختارات)	رمسيس عوض
٦٩٢-	أقدم لك: الوجودية	ريتشارد أبيجانسى وأوسكار زاريت	حمدى الجابرى
٦٩٣-	أقدم لك: القتل الجماعى (المحرقة)	حاثيم برشيت وآخرون	جمال الجزيرى
٦٩٤-	أقدم لك: دريدا	چيف كولينز وبيل مايبلين	حمدى الجابرى
٦٩٥-	أقدم لك: رسل	ديف روبنسون وچودى جروف	إمام عبدالفتاح إمام
٦٩٦-	أقدم لك: روسو	ديف روبنسون وأوسكار زاريت	إمام عبدالفتاح إمام
٦٩٧-	أقدم لك: أرسطو	روبرت ودفين وچودى جروفس	إمام عبدالفتاح إمام
٦٩٨-	أقدم لك: عصر التنوير	ليود سبنسر وأندرزيجى كروز	إمام عبدالفتاح إمام
٦٩٩-	أقدم لك: التحليل النفسى	إيفان وارد وأوسكار زارايت	جمال الجزيرى
٧٠٠-	الكاتب وواقعه	ماريو بارجاس يوسا	بسمة عبدالرحمن
٧٠١-	الذاكرة والحداثة	وليم رود ڤيڤيان	منى البرنس
٧٠٢-	مدونة چوستنيان فى الفقه الرومانى (ميراث الترجمة)	چوستينيان	عبد العزيز فهمى
٧٠٣-	تاريخ الأدب فى إيران (جـ٢)	إدوارد جرانفيل براون	أمين الشواربى
٧٠٤-	فيه ما فيه	مولانا جلال الدين الرومى	محمد علاء الدين منصور وآخرون
٧٠٥-	فضل الأنام من رسائل حجة الإسلام	الإمام الغزالى	عبدالحميد مدكور
٧٠٦-	الشفرة الوراثية وكتاب التحولات	چونسون ف. يان	عزت عامر
٧٠٧-	أقدم لك: ڤالتر بنيامين	هوارد كاليجل وآخرون	وفاء عبدالقادر
٧٠٨-	فراعنة من؟	دونالد مالكولم ريد	رءوف عباس
٧٠٩-	معنى الحياة	ألفريد أدلر	عادل نجيب بشرى
٧١٠-	الأطفال والتكنولوچيا والثقافة	إيان هاتشباى وچوموران - إليس	دعاء محمد الخطيب
٧١١-	درة التاج	ميرزا محمد هادى رسوا	هناء عبد الفتاح
٧١٢-	الإلياذة (جـ١) (ميراث الترجمة)	هوميروس	سليمان البستانى
٧١٣-	الإلياذة (جـ٢) (ميراث الترجمة)	هوميروس	سليمان البستانى
٧١٤-	حديث القلوب (ميراث الترجمة)	لامنيه	حنا صاوه
٧١٥-	سر تقدم الإنكليز السكسونيين (ميراث الترجمة)	إدمون ديمولان	أحمد فتحى زغلول
٧١٦-	جامعة كل المعارف (جـ٢)	مجموعة من المؤلفين	نخبة من المترجمين
٧١٧-	جامعة كل المعارف (جـ٢)	مجموعة من المؤلفين	نخبة من المترجمين
٧١٨-	جامعة كل المعارف (جـ٥)	مجموعة من المؤلفين	نخبة من المترجمين
٧١٩-	مسرح الأطفال: فلسفة وطريقة	م. جولدبرج	جميلة كامل
٧٢٠-	مداخل إلى البحث فى تعلم اللغة الثانية	دونام چونسون	على شعبان وأحمد الخطيب

٧٢١-	فلسفة المتكلمين فى الإسلام (مج١)	هـ. أ. ولفسون	مصطفى لبيب عبد الغنى
٧٢٢-	الصفيحة وقصص أخرى	يشار كمال	الصفصافى أحمد القطورى
٧٢٣-	تحديات ما بعد الصهيونية	إفرايم نيمنى	أحمد ثابت
٧٢٤-	اليسار الفرويدى	پول روبنسون	عبده الريس
٧٢٥-	الاضطراب النفسى	چون فيتكس	مى مقلد
٧٢٦-	الموريسكيون فى المغرب	غييرمو غوثالبيس بوستو	مروة محمد إبراهيم
٧٢٧-	حلم البحر (رواية)	باچين	وحيد السعيد
٧٢٨-	العولمة: تدمير العمالة والنمو	موريس أليه	أميرة جمعة
٧٢٩-	الثورة الإسلامية فى إيران	صادق زيباكلام	هويدا عزت
٧٣٠-	حكايات من السهول الأفريقية	أن جاتى	عزت عامر
٧٣١-	النوع: الذكر والأنثى بين التميز والاختلاف	مجموعة من المؤلفين	محمد قدرى عمارة
٧٣٢-	قصص بسيطة (رواية)	إنجو شولتسه	سمير جريس
٧٣٣-	مأساة عطيل (مسرحية)	وليم شيكسبير	محمد مصطفى بدوى
٧٣٤-	بونابرت فى الشرق الإسلامى	أحمد يوسف	أمل الصبان
٧٣٥-	فن السيرة فى العربية	مايكل كوبرسون	محمود محمد مكى
٧٣٦-	التاريخ الشعبى للولايات المتحدة (جـ١)	هوارد زن	شعبان مكاوى
٧٣٧-	الكوارث الطبيعية (مج٢)	پاتريك ل. أبوت	توفيق على منصور
٧٣٨-	دمشق من عصر ما قبل التاريخ إلى الدولة المملوكية	چيرار دى چورچ	محمد عواد
٧٣٩-	دمشق من الإمبراطورية العثمانية حتى الوقت الحاضر	چيرار دى چورچ	محمد عواد
٧٤٠-	خطابات السلطة	بارى هندس	مرفت ياقوت
٧٤١-	الإسلام وأزمة العصر	برنارد لويس	أحمد هيكل
٧٤٢-	أرض حارة	خوسيه لاكوادرا	رزق بهنسى
٧٤٣-	الثقافة: منظور داروينى	روبرت أونجر	شوقى جلال
٧٤٤-	ديوان الأسرار والرموز (شعر)	محمد إقبال	سمير عبد الحميد
٧٤٥-	المنثر السلطانية	بيك الدنبلى	محمد أبو زيد
٧٤٦-	تاريخ التحليل الاقتصادى (مج١)	چوزيف أ. شومبيتر	حسن النعيمى
٧٤٧-	الاستعارة فى لغة السينما	تريڤور وايتوك	إيمان عبد العزيز
٧٤٨-	تدمير النظام العالمى	فرانسيس بويل	سمير كريم
٧٤٩-	إيكولوچيا لغات العالم	ل.ج. كالڤيه	باتسى جمال الدين
٧٥٠-	الإلياذة	هوميروس	بإشراف: أحمد عتمان
٧٥١-	الإسراء والمعراج فى تراث الشعر الفارسى	نخبة	علاء السباعى
٧٥٢-	ألمانيا بين عقدة الذنب والخوف	جمال قارصلى	نمر عاروري
٧٥٣-	التنمية والقيم	إسماعيل سراج الدين وآخرون	محسن يوسف
٧٥٤-	الشرق والغرب	أنّا مارى شيمل	عبدالسلام حيدر
٧٥٥-	تاريخ الشعر الإسبانى خلال القرن العشرين	أندرو ب. دبيكى	على إبراهيم منوفى
٧٥٦-	ذات العيون الساحرة	إنريكى خارديل پونثيلا	خالد محمد عباس
٧٥٧-	تجارة مكة	پاتريشيا كرون	آمال الروبى
٧٥٨-	الإحساس بالعولمة	بروس روبنز	عاطف عبدالحميد

٧٥٩- النثر الأردى	مولوى سيد محمد	جلال الحفناوى
٧٦٠- الدين والتصور الشعبى للكون	السيد الأسود	السيد الأسود
٧٦١- جيوب مثقلة بالحجارة (رواية)	فيرچينيا وولف	فاطمة ناعوت
٧٦٢- المسلم عدواً و صديقًا	ماريا سوليداد	عبدالعال صالح
٧٦٣- الحياة فى مصر	أنريكو بيا	نجوى عمر
٧٦٤- ديوان غالب الدهلوى (شعر غزل)	غالب الدهلوى	حازم محفوظ
٧٦٥- ديوان خواجه الدهلوى (شعر تصوف)	خواجه مير درد الدهلوى	حازم محفوظ
٧٦٦- الشرق المتخيل	تييرى هنتش	غازى برو وخليل أحمد خليل
٧٦٧- الغرب المتخيل	نسيب سمير الحسينى	غازى برو
٧٦٨- حوار الثقافات	محمود فهمى حجازى	محمود فهمى حجازى
٧٦٩- أدباء أحياء	فريدريك هتمان	رندا النشار وضياء زاهر
٧٧٠- السيدة بيرفيكتا	بينيتو بيريث جالدوس	صبرى التهامى
٧٧١- السيد سيجوندو سومبرا	ريكاردو جويرالديس	صبرى التهامى
٧٧٢- بريخت ما بعد الحداثة	إليزابيث رايت	محسن مصيلحى
٧٧٣- دائرة المعارف الدولية (جـ٢)	چون فيزر وبول ستيرجز	بإشراف: محمد فتحى عبدالهادى
٧٧٤- الديموقراطية الأمريكية: التاريخ والمرتكزات	مجموعة من المؤلفين	حسن عبد ربه المصرى
٧٧٥- مرآة العروس	نذير أحمد الدهلوى	جلال الحفناوى
٧٧٦- منظومة مصيبت نامه (مج١)	فريد الدين العطار	محمد محمد يونس
٧٧٧- الانفجار الأعظم	چيمس إ. ليدسى	عزت عامر
٧٧٨- صفوة المديح	مولانا محمد أحمد ورضا القادرى	حازم محفوظ
٧٧٩- خيوط العنكبوت وقصص أخرى	نخبة	سمير عبدالحميد إبراهيم وسارة تاكاهاشى
٧٨٠- من أدب الرسائل الهندية حجاز ١٩٣٠	غلام رسول مهر	سمير عبد الحميد إبراهيم
٧٨١- الطريق إلى بكين	هدى بدران	نبيلة بدران
٧٨٢- المسرح المسكون	مارفن كارلسون	جمال عبد المقصود
٧٨٣- العولمة والرعاية الإنسانية	ڤيك چورج وپول ويلدنج	طلعت السروجى
٧٨٤- الإساءة للطفل	ديڤيد أ. وولف	جمعة سيد يوسف
٧٨٥- تأملات عن تطور ذكاء الإنسان	كارل ساجان	سمير حنا صادق
٧٨٦- المذنبة (رواية)	مارجريت أتوود	سحر توفيق
٧٨٧- العودة من فلسطين	جوزيه بوفيه	إيناس صادق
٧٨٨- سر الأهرامات	ميروسلاف فرنر	خالد أبو اليزيد البلتاجى
٧٨٩- الانتظار (رواية)	هاچين	منى الدروبى
٧٩٠- الفرانكفونية العربية	مونيك بونتو	جيهان العيسوى
٧٩١- العطور ومعامل العطور فى مصر القديمة	محمد الشيمى	ماهر جويجاتى
٧٩٢- دراسات حول القصص القصيرة إدريس ومحفوظ	منى ميخائيل	منى إبراهيم
٧٩٣- ثلاث رؤى للمستقبل	چون جريڤيس	رءوف وصفى
٧٩٤- التاريخ الشعبى للولايات المتحدة (جـ٢)	هوارد زن	شعبان مكاوى
٧٩٥- مختارات من الشعر الإسبانى (جـ١)	نخبة	على عبد الرءوف البمبى
٧٩٦- آفاق جديدة فى دراسة اللغة والذهن	نعوم تشومسكى	حمزة المزينى

٧٩٧-	الرؤية فى ليلة معتمة (شعر)	نخبة	طلعت شاهين
٧٩٨-	الإرشاد النفسى للأطفال	كاترين جيلدرد ودافيد جيلدرد	سميرة أبو الحسن
٧٩٩-	سلم السنوات	آن تيلر	عبد الحميد فهمى الجمال
٨٠٠-	قضايا فى علم اللغة التطبيقى	ميشيل ماكارثى	عبد الجواد توفيق
٨٠١-	نحو مستقبل أفضل	تقرير دولى	بإشراف: محسن يوسف
٨٠٢-	مسلمو غرناطة فى الآداب الأوروبية	ماريا سوليداد	شرين محمود الرفاعى
٨٠٣-	التغيير والتنمية فى القرن العشرين	توماس باترسون	عزة الخميسى
٨٠٤-	سوسيولوجيا الدين	دانييل ميرفيه-ليجيه وجان بول ويلام	درويش الحلوجى
٨٠٥-	من لا عزاء لهم (رواية)	كازو إيشيجورو	طاهر البربرى
٨٠٦-	الطبقة العليا المتوسطة	ماجدة بركة	محمود ماجد
٨٠٧-	يحى حقى: تشريح مفكر مصرى	ميريام كوك	خيرى دومة
٨٠٨-	الشرق الأوسط والولايات المتحدة	ديفيد دابليو ليش	أحمد محمود
٨٠٩-	تاريخ الفلسفة السياسية (جـ١)	ليو شتراوس وجوزيف كروبسى	محمود سيد أحمد
٨١٠-	تاريخ الفلسفة السياسية (جـ٢)	ليو شتراوس وجوزيف كروبسى	محمود سيد أحمد
٨١١-	تاريخ التحليل الاقتصادى (مج٢)	جوزيف أ.شومبيتر	حسن النعيمى
٨١٢-	تأمل العالم: الصورة والأسلوب فى الحياة الاجتماعية	ميشيل مافيزولى	فريد الزاهى
٨١٣-	لم أخرج من ليلى (رواية)	آنى إرنو	نورا أمين
٨١٤-	الحياة اليومية فى مصر الرومانية	نافتال لويس	آمال الروبى
٨١٥-	فلسفة المتكلمين (مج٢)	هـ. أ. ولفسون	مصطفى لبيب عبدالغنى
٨١٦-	العدو الأمريكى	فيليب روجيه	بدر الدين عرودكى
٨١٧-	مائدة أفلاطون: كلام فى الحب	أفلاطون	محمد لطفى جمعة
٨١٨-	الحرفيون والتجار فى القرن ١٨ (جـ١)	أندريه ريمون	ناصر أحمد وباتسى جمال الدين
٨١٩-	الحرفيون والتجار فى القرن ١٨ (جـ٢)	أندريه ريمون	ناصر أحمد وباتسى جمال الدين
٨٢٠-	هملت (مسرحية) (ميراث الترجمة)	وليم شكسبير	طانيوس أفندى
٨٢١-	هفت بيكر (شعر)	نور الدين عبد الرحمن الجامى	عبد العزيز بقوش
٨٢٢-	فن الرباعى (شعر)	نخبة	محمد نور الدين عبد المنعم
٨٢٣-	وجه أمريكا الأسود (شعر)	نخبة	أحمد شافعى
٨٢٤-	لغة الدراما	داڤيد برتش	ربيع مفتاح
٨٢٥-	عصر النهضة فى إيطاليا (جـ١) (ميراث الترجمة)	ياكوب بوكهارت	عبد العزيز توفيق جاويد
٨٢٦-	عصر النهضة فى إيطاليا (جـ١) (ميراث الترجمة)	ياكوب بوكهارت	عبد العزيز توفيق جاويد
٨٢٧-	أهل مطروح: البدو والمستوطنون والذين يقضون العطلات	دونالد پ.كول وثريا تركى	محمد على فرج
٨٢٨-	النظرية النسبية (ميراث الترجمة)	ألبرت أينشتين	رمسيس شحاتة
٨٢٩-	مناظرة حول الإسلام والعلم	إرنست رينان وجمال الدين الأفغانى	مجدى عبد الحافظ
٨٣٠-	رق العشق	حسن كريم بور	محمد علاء الدين منصور
٨٣١-	تطور علم الطبيعة (ميراث الترجمة)	ألبرت أينشتين وليوبولد إنفلد	محمد النادى وعطية عاشور
٨٣٢-	تاريخ التحليل الاقتصادى (جـ٣)	جوزيف أ.شومبيتر	حسن النعيمى
٨٣٣-	الفلسفة الألمانية	ڤرنر شميدرس	محسن الدمرداش
٨٣٤-	كنز الشعر	ذبيح الله صفا	محمد علاء الدين منصور

٨٣٥-	تشيخوف: حياة فى صور	بيتر أوربان	علاء عزمى
٨٣٦-	بين الإسلام والغرب	مرثيدس غارثيا	ممدوح البستاوى
٨٣٧-	عناكب فى المصيدة	ناتاليا ڤيكو	على فهمى عبدالسلام
٨٣٨-	فى تفسير مذهب بوش ومقالات أخرى	نعوم تشومسكى	لبنى صبرى
٨٣٩-	أقدم لك: النظرية النقدية	ستيوارت سين وبورين ڤان لون	جمال الجزيرى
٨٤٠-	الخواتم الثلاثة	جوتهولد ليسينج	فوزية حسن
٨٤١-	هملت: أمير الدانمارك	وليم شكسبير	محمد مصطفى بدوى
٨٤٢-	منظومة مصيبت نامه (مج٢)	فريد الدين العطار	محمد محمد يونس
٨٤٣-	من روائع القصيد الفارسى	نخبة	محمد علاء الدين منصور
٨٤٤-	دراسات فى الفقر والعولمة	كريمة كريم	سمير كريم
٨٤٥-	غياب السلام	نيكولاس جويات	طلعت الشايب
٨٤٦-	الطبيعة البشرية	ألفريد أدلر	عادل نجيب بشرى
٨٤٧-	الحياة بعد الرأسمالية	مايكل ألبرت	أحمد محمود
٨٤٨-	تاريخ الدولة العربية (ميراث الترجمة)	يوليوس فلهاوزن	عبد الهادى أبو ريدة
٨٤٩-	سونيتات شكسبير	وليم شكسبير	بدر توفيق
٨٥٠-	الخيال، الأسلوب، الحداثة	مقالات مختارة	جابر عصفور
٨٥١-	الطب التجريبى (ميراث الترجمة)	كلود برنار	يوسف مراد
٨٥٢-	العلم والحقيقة	ريتشارد دوكنز	مصطفى إبراهيم فهمى
٨٥٣-	العمارة فى الأندلس: عمارة المدن والحصون (مج١)	باسيليو بابون مالدونادو	على إبراهيم منوفى
٨٥٤-	العمارة فى الأندلس: عمارة المدن والحصون (مج٢)	باسيليو بابون مالدونادو	على إبراهيم منوفى
٨٥٥-	فهم الاستعارة فى الأدب	جيرارد ستيم	محمد أحمد حمد
٨٥٦-	القضية الموريسكية من وجهة نظر أخرى	فرانثيسكو ماركيث بانو بيانويا	عائشة سويلم
٨٥٧-	نادجا (رواية)	أندريه بريتون	كامل عويد العامرى
٨٥٨-	جوهر الترجمة: عبور الحدود الثقافية	ثيو هرمانز	بيومى قنديل
٨٥٩-	السياسة فى الشرق القديم	إيڤ شيمل	مصطفى ماهر
٨٦٠-	مصر وأوروبا	ڤان بملن	عادل صبحى تكلا
٨٦١-	الإسلام والمسلمون فى أمريكا	چين سميث	محمد الخولى
٨٦٢-	ببغاء الكاكاتو	أرتور شنيتسلر	محسن الدمرداش
٨٦٣-	لقاء بالشعراء	على أكبر دلفى	محمد علاء الدين منصور
٨٦٤-	أوراق فلسطينية	نورين إنجرامز	عبد الرحيم الرفاعى
٨٦٥-	فكرة الثقافة	تيرى إيجلتون	شوقى جلال
٨٦٦-	رسائل خمس فى الآفاق والأنفس	مجموعة من المؤلفين	محمد علاء الدين منصور
٨٦٧-	المهمة الاستوائية (رواية)	ديڤيد مايلو	صبرى محمد حسن
٨٦٨-	الشعر الفارسى المعاصر	ساعد باقرى ومحمد رضا محمدى	محمد علاء الدين منصور
٨٦٩-	تطور الثقافة	روبن دونبار وآخرون	شوقى جلال
٨٧٠-	عشر مسرحيات (جـ١)	نخبة	حمادة إبراهيم
٨٧١-	عشر مسرحيات (جـ٢)	نخبة	حمادة إبراهيم
٨٧٢-	كتاب الطاو	لاوتسو	محسن فرجانى

٨٧٣-	معلمون لمدارس المستقبل	تقرير صادر عن اليونسكو	بهاء شاهين
٨٧٤-	النهر الخالد (مج١)	جاويد إقبال	ظهور أحمد
٨٧٥-	النهر الخالد (مج٢)	جاويد إقبال	ظهور أحمد
٨٧٦-	دراسات فى الموسيقى الشرقية (جـ١)	هنرى جورج فارمر	أمانى المنياوى
٨٧٧-	أدب الجدل والدفاع فى العربية	موريتس شتينشنيدر	صلاح محجوب
٨٧٨-	ترحال فى صحراء الجزيرة العربية (جـ١، مجـ١)	تشارلز دوتى	صبرى محمد حسن
٨٧٩-	ترحال فى صحراء الجزيرة العربية (جـ١، مجـ٢)	تشارلز دوتى	صبرى محمد حسن
٨٨٠-	الواحات المفقودة	أحمد حسنين بك	عبد الرحمن حجازى وأمير نبيه
٨٨١-	المستنيرون : خدمة وخيانة	جلال آل أحمد	سلوى عباس
٨٨٢-	أغانى شيراز (جـ١) (ميراث الترجمة)	حافظ الشيرازى	إبراهيم الشواربى
٨٨٣-	أغانى شيراز (جـ٢) (ميراث الترجمة)	حافظ الشيرازى	إبراهيم الشواربى
٨٨٤-	تعلم الأطفال الصغار	باربرا تيزار ومارتن هيوز	محمد رشدى سالم
٨٨٥-	روح الإرهاب	جان بودريار	بدر عرودكى
٨٨٦-	الترجمة والإمبراطورية	دوجلاس روبنسون	ثائر ديب
٨٨٧-	غزليات سعدى (شعر)	سعدى الشيرازى	محمد علاء الدين منصور
٨٨٨-	أزهار مسلك الليل (رواية)	مريم جعفرى	هويدا عزت
٨٨٩-	سارتورس (ميراث الترجمة)	وليم فوكنر	ميخائيل رومان
٨٩٠-	منتخبات أشعار فراغى	مخدومقلى فراغى	الصفصافى أحمد القطورى
٨٩١-	مفاوضات مع الموتى	مارجريت أتوود	عزة مازن
٨٩٢-	تاريخ المسيحية الشرقية	عزيز سوريال عطية	إسحاق عبيد
٨٩٣-	عبادة الإنسان الحر	برتراند راسل	محمد قدرى عمارة
٨٩٤-	الطريق إلى مكة	محمد أسد	رفعت السيد على
٨٩٥-	وادى الفوضى (رواية)	فريدريش دورينمات	يسرى خميس
٨٩٦-	شعر الضفاف الأخرى	نخبة	زين العابدين فؤاد
٨٩٧-	اختراق الجزيرة العربية	ديفيد جورج هوجارث	صبرى محمد حسن
٨٩٨-	الإسلام والعلم	برويز أمير على	محمود خيال
٨٩٩-	الدبلوماسية الفاعلة	بيتر مارشال	أحمد مختار الجمال
٩٠٠-	تيارات نقدية محدثة	مقالات مختارة	جابر عصفور
٩٠١-	مختارات من شعر لى جاو شينج	لى جاو شينج	عبد العزيز حمدى
٩٠٢-	آلهة مصر القديمة وأساطيرها	روبرت أرنولد	مروة الفقى
٩٠٣-	أفلام ومناهج (مج١)	بيل نيكولز	حسين بيومى
٩٠٤-	أفلام ومناهج (مج٢)	بيل نيكولز	حسين بيومى
٩٠٥-	تراث الهند	ج. ت. جارات	جلال السعيد الحفناوى
٩٠٦-	أسس الحوار فى القرآن	هيربرت بوسه	أحمد هويدى
٩٠٧-	أرثر.. متعة الحياة (رواية)	فرانسواز چيرو	فاطمة خليل
٩٠٨-	الحلقة النقدية	ديفيد كوزنز هوى	خالدة حامد
٩٠٩-	الفنون والآداب تحت ضغط العولمة	چووست سمايرز	طلعت الشايب
٩١٠-	بروميثيوس بلا قيود	داڤيد س. ليندس	مى رفعت سلطان

٩١١- غبار النجوم	جون جريبين	عزت عامر
٩١٢- ترجمات يحيى حقى (جـ١) (ميراث الترجمة)	روايات مختارة	يحيى حقى
٩١٣- ترجمات يحيى حقى (جـ٢) (ميراث الترجمة)	مسرحيات مختارة	يحيى حقى
٩١٤- ترجمات يحيى حقى (جـ٣) (ميراث الترجمة)	ديزموند ستيوارت	يحيى حقى
٩١٥- المرأة فى أثينا: الواقع والقانون	روجر جست	منيرة كروان
٩١٦- الجدلية الاجتماعية	أنور عبد الملك	سامية الجندى وعبدالعظيم حماد
٩١٧- موسوعة كمبريدج (جـ١)	نخبة	إشراف: أحمد عتمان
٩١٨- موسوعة كمبريدج (جـ٤)	نخبة	إشراف: فاطمة موسى
٩١٩- موسوعة كمبريدج (جـ٩)	نخبة	إشراف: رضوى عاشور
٩٢٠- خليل جبران: حياته وعالمه	جين جبران و خليل جبران	فاطمة قنديل
٩٢١- لله الأمر (رواية)	أحمدو كوروما	ثريا إقبال
٩٢٢- الموريسكيون فى إسبانيا وفى المنفى	ميكيل دى إيبالثا	جمال عبد الرحمن
٩٢٣- ملحمة حرب الاستقلال (شعر)	ناظم حكمت	محمد حرب
٩٢٤- حتشبسوت: عظمة وسحر وغموض	كريستيان دى روش نوبلكور	فاطمة عبد الله
٩٢٥- رمسيس الثاني: فرعون المعجزات	كريستيان دى روش نوبلكور	فاطمة عبد الله
٩٢٦- ترحال فى صحراء الجزيرة العربية (جـ٢، مجـ١)	تشارلز دوتى	صبرى محمد حسن
٩٢٧- ترحال فى صحراء الجزيرة العربية (جـ١، مجـ٢)	تشارلز دوتى	صبرى محمد حسن
٩٢٨- سجون الضوء	كيتى فرجسون	عزت عامر
٩٢٩- نشأة الإنسان (مجـ١)	تشارلس داروين	مجدى المليجى
٩٣٠- نشأة الإنسان (مجـ٢)	تشارلس داروين	مجدى المليجى
٩٣١- نشأة الإنسان (مجـ٣)	تشارلس داروين	مجدى المليجى
٩٣٢- حدائق السحر فى دقائق الشعر (ميراث الترجمة)	رشيدالدين العمرى	إبراهيم الشواربى
٩٣٣- اللاعقلانية الشعرية	كارلوس بوسونيو	على منوفى
٩٣٤- محنة الكاتب الأفريقى	تشارلز لارسون	طلعت الشايب
٩٣٥- تاريخ الفن الألمانى	فولكر جيبهارت	علا عادل
٩٣٦- بيولوجيا الجحيم	إد ريجيس	أحمد فوزى عبد الحميد
٩٣٧- هيا نحكى (قصص أطفال)	أحمد ندالو	عبدالحى سالم
٩٣٨- الأنطولوجيا السياسية عند مارتن هيدجر	بيير بورديو	سعيد العليمى
٩٣٩- سجن العقل	ستيفن جونسون	أحمد مستجير
٩٤٠- اليابان الحديثة: قضايا وآراء	مجموعة مقالات	علاء على زين العابدين
٩٤١- الجماليات لم يولدن بعد	أى كوينى أرماه	صبرى محمد حسن
٩٤٢- القرن الجديد	إريك هوبسبوم	وجيه سمعان عبد المسيح
٩٤٣- لقاء فى الظلام	مختارات من القصص الأفريقية	محمد عبد الواحد
٩٤٤- الكونترباص	باتريك زوسكيند	سمير جريس
٩٤٥- أحلام يقظة جوال منفرد (ميراث الترجمة)	جان جاك روسو	ثريا توفيق
٩٤٦- الزار ومظاهره المسرحية فى إثيوبيا	ميشيل ليريس	محمد مهدى قناوى
٩٤٧- ماوراء المعنى والحقيقة	برتراند راسل	محمد قدرى عمارة
٩٤٨- أفريقيا منذ عام ١٨٠٠	رونالد أوليفر وأنتونى أتمور	فريد جورج بورى

٩٤٩-	مقبرة الصدأ	أندريه فيش	نافع معلا
٩٥٠-	في علم الكتابة	جاك ديريدا	منى طلبة وأنور مغيث
٩٥١-	الاتهام (رواية)	فريدريش دورينمات	عماد حسن بكر
٩٥٢-	العبد ومسرحيات أخرى	أميرى بركة	نعيمة عبد الجواد
٩٥٣-	مختارات من الشعر الإسبانى (جـ٢)	نخبة من الشعراء	على عبد الرءوف اليمبى
٩٥٤-	الأصول الاجتماعية للسياسة التوسعية فى عهد محمد على	فرد لوسون	عنان الشهاوى
٩٥٥-	الطب والأطباء	سيلفيا شيفولو	ماجدة أباظة
٩٥٦-	نعم، ليست لدينا نيوترونات	أ. ك. ديونى	سمير حنا صادق
٩٥٧-	الحركات الاجتماعية: (١٧٦٨-٢٠٠٤)	تشارلز تلى	ربيع وهبة
٩٥٨-	أصوات على هامش الحرب	مريام كوك	صلاح حزين
٩٥٩-	الموريسكيون فى الفكر التاريخى	ميغيل أنخيل بونيس	وسام محمد جزر
٩٦٠-	محمد على الكبير	الأمير عثمان إبراهيم وكارولين وعلى كورخان	هدى كشرود
٩٦١-	شعر الرعاة (ميراث الترجمة)	مختارات من الأدب اليونانى	محمد صقر خفاجة
٩٦٢-	مدخل إلى الفلسفة	وليام جيمس إيرل	عادل مصطفى
٩٦٣-	منتخبات شعرية	حسن رضا خان الهندى	فاطمة سيد عبد المجيد
٩٦٤-	أصول التطرف	كيمبرلى بليكر	هبة رءوف وتامر عبد الوهاب
٩٦٥-	روح مصر القديمة	أنا رويز	إكرام يوسف
٩٦٦-	ما وراء الطبيعة فى إيران (ميراث الترجمة)	محمد إقبال	حسين مجيب المصرى
٩٦٧-	فن الحرب (مجـ ١)	سون تزى	هشام المالكى
٩٦٨-	عالم الخوارق	ج. كوير	كمال الدين حسين
٩٦٩-	التليفزيون خطر على الديمقراطية	كارل بوبر وچون كوندرى	مجدى عبد الحافظ
٩٧٠-	ربما فى حلب ذات يوم وقصص أخرى	نخبة	أحمد الشيمى
٩٧١-	الأدب الفارسى القديم (ميراث الترجمة)	پاول هورن	حسين مجيب المصرى
٩٧٢-	الإسهامات الإيطالية فى عهد محمد على باشا	مقالات مختارة	عماد البغدادى
٩٧٣-	تطور فن المعادن الإسلامى	أولكر أرغين صوى	الصفصافى أحمد القطورى
٩٧٤-	فكرة التطور عند فلاسفة الإسلام	مجدى عبد الحافظ	هدى كشرود
٩٧٥-	وقائع انتحار موظف عمومى	مايكل بيرس	حسن عبد ربه المصرى
٩٧٦-	تفهم ذهنية مدمن المُسكرات	أرنولد لوفيج	صبرى محمد حسن
٩٧٧-	التعبير عن الانفعالات فى الإنسان والحيوانات	تشارلس داروين	مجدى المليجى
٩٧٨-	الإسلام خواطر وسوانح (ميراث الترجمة)	الكونت هنرى دى كاسترى	أحمد فتحى زغلول باشا
٩٧٩-	الأدب والالتزام من باسكال إلى سارتر	بونوا دونى	محمد برادة
٩٨٠-	الكلمات المفاتيح	رايموند ويليامز	نعيمان عثمان
٩٨١-	الكلمة للبنت	فيرنانديث موراتين	السيد عبد المنعم محمود
٩٨٢-	اللغة والإنترنت	ديفيد كريستال	أحمد شفيق الخطيب
٩٨٣-	روح الاجتماع (ميراث الترجمة)	چوستاف لوبون	أحمد فتحى زغلول باشا
٩٨٤-	التلفزيون ونمو الطفل	چوديث ڤان إفرا	عز الدين جميل عطية
٩٨٥-	طيبة ونشأة إمبراطورية	كلير لالويت	ماهر جويجاتى
٩٨٦-	... وفيتنام و...	إريش فريد	يسرى خميس
٩٨٧-	مشروع السلام الدائم (ميراث الترجمة)	إيمانويل كانط	عثمان أمين

٩٨٨- أساطير شعبية من أوزبكستان (جـ٢) نخبة عبد الرحمن الخميسى
٩٨٩- الصوتيات واللغة الفارسية يد الله ثمرة حمدى إبراهيم حسن
٩٩٠- الصوفيون إدريس شاه بيومى قنديل
٩٩١- الإنسانيون الجدد: العلم عند الحافة جون بروكمان مصطفى إبراهيم فهمى

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

رقم الإيداع ٢٣٥٦ / ٢٠٠٦